



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Mucilago de Gigantón y Aditivo Policarboxilato para mejorar las propiedades del material de Base Sencca, Cusco-2021”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFECIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

AUTORES:

Blanco Ccama, Julio Cesar (ORCID: 0000-0003-0548-270X)

Sánchez Segovia, Gilda (ORCID: 0000-0002-2465-5963)

ASESOR:

Dr. Ing. Tello Malpartida, Omart Demetrio (ORCID: 0000-0002-5043-6510)

LÍNEA DE INVESTIGACIOÓN:

DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL

LIMA - PERÚ

2021

DEDICATORIA

A Dios, por hacer posible la vida y darme la oportunidad para hacer posible este gran proyecto

A Gilda Sánchez por darme las energías y el motivo suficiente para sentirme orgulloso de ser mi pareja y compañera en todos mis retos.

A mi padre, Claudio S. que desde el cielo me ha protegido y heredado el conocimiento, A mi madre Natividad por apoyarme en los propósitos míos.

*A mis hermanos, que siempre confiaron y creyeron en mí, en especial a Raúl, Moisés, Rocio, Violeta y Rocita por que se sienten orgullosos de mi a cambio de nada. **Julio Cesar.***

A Dios, porque todas las cosas con él son posible

A mi pareja Julio Cesar por mirar ambos en la misma dirección y apoyarnos en los retos, para enfrentar la vida juntos.

A mis padres, Narciso A, y Justina por el apoyo que siempre me brindaron.

*A mis hermanos, en especial Sonia, Nélida, a mis sobrinas Yanela, María Eduarda por su cariño, apoyo y creer en mí. **Gilda.***

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darnos la vida, salud, sabiduría e iluminarnos por el camino del bien.

Agradecemos al programa de titulación de la escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Cesas Vallejo, al asesor Ing. Omart Demetrio Tello Malpartida por brindarnos una oportunidad de hacer posible este gran propósito de obtener la Titulación.

Este trabajo de investigación está dedicado a todas las personas que nos apoyaron en el transcurso de nuestra vida universitaria, las que hoy junto a nosotros celebran nuestros logros. demás familiares y amigos que siempre estuvieron con nosotros en esta etapa maravillosa de nuestras vidas.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
ÍNDICE	iv
INDICE DE TABLAS.....	vi
INDICE DE FIGURAS.....	ix
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT	xiii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	6
III. METODOLOGÍA.....	20
3.1. Tipo y Diseño de Investigación.....	21
3.1.1. Tipo de Investigación	21
3.1.2. Diseño.....	21
3.2. Variables, Operacionalización	21
3.2.1. Variables Independientes (X):	22
3.2.2. Variable Dependiente (Y):	22
3.3. Población, Muestra y Muestreo	23
3.3.1. Población	23
3.3.2. Muestra.....	23
3.3.3. Muestreo	24
3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	25
3.4.1. Técnica de Recolección de Datos	25
3.4.2. Los Instrumentos de Recolección de Datos	25
3.4.3. La Validez de los Instrumentos	25
3.4.4. La Confiabilidad de los Instrumentos.....	26
3.5. Procedimientos	26
3.6. Método de Análisis de Datos.....	27
3.7. Aspectos Éticos.....	27
IV. RESULTADO.....	29
4.1. Desarrollo del Procedimiento de la Investigación	30
4.1.1. Etapa 01: Acopio de Materiales.....	30
4.1.2. Etapa 02: Extracción del mucilago de gigantón.....	36
4.1.3. Etapa 03: Densidad relativa del mucilago de gigante utilizando el método del picnómetro en laboratorio	38
4.1.4. Etapa 04: Contenido de Humedad Natural	39

4.1.5.	Etapa 05: Ensayo de Granulometría	40
4.1.6.	Etapa 06: Límites de Consistencia	42
4.1.7.	Etapa 07: Ensayo de Proctor Modificado	48
4.1.8.	Etapa 08: Caracterización del Suelo de la Cantera de Sencca	51
4.1.9.	Etapa 09: Ensayo de Soporte CBR	53
4.1.10.	Etapa 10 obtención de resultados	62
4.2.	Interpretación de Resultados.....	98
V.	DISCUSIÓN	105
VI.	CONCLUSIONES.....	108
VII.	RECOMENDACIONES.....	111
	REFERENCIAS	113
	ANEXOS.....	116

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Muestras	23
Tabla 2 Diseños según porcentaje de 0%, 0.5%, 2%.....	24
Tabla 3 Registro de datos obtenidos en laboratorio para obtener Humedad Natural.....	39
Tabla 4 Tabla de resultados de ensayo granulométrico por tamizado.....	40
Tabla 5 Tabla de análisis de limite liquido (LL) MTC E 110, basado en la norma ASTM D-4318, AASHTO T-89.....	42
Tabla 6 Análisis de limite plástico (LP).....	44
Tabla 7 Resumen de los ensayos	45
Tabla 8 Clasificación	46
Tabla 9 Índice de grupo	47
Tabla 10 Tabla para la elección del método de Proctor modificado.....	48
Tabla 11 Tabla de datos preliminares y apuntes de laboratorio del ensayo Proctor	50
Tabla 12 Clasificación de suelo según las normas ASTM D-2487 (SUCS) Y AASHTO M-145.....	52
Tabla 13 Tabla de clasificación de suelos según índice de grupo.....	52
Tabla 14 Límites de Atterberg contenido de humedad natural y peso específico de gravas MTC E 111, ASTM D-4318, AASHTO T-90, MTC E 110, ASTM D-4318 y AASHTO T-89	52
Tabla 15 Propiedades del suelo en función al Índice de Plasticidad.....	53
Tabla 16 AASHTO T-180, ASTM D-1557 Y MTC E-115.....	53
Tabla 17 Tabla de diseño con combinaciones de las variables dependientes	54
Tabla 18 Datos preliminares de los ensayos de laboratorio	61
Tabla 19 Tabla de resultados del ensayo de compactación y ensayo de inmersión por 96 horas para el diseño D-1 con 0% de mucilago de gigantón y 0% de aditivo policarboxilato fluidizante SR-100.	62
Tabla 20 Tabla del ensayo de expansión del proceso de inmersión del diseño D-1.....	63
Tabla 21 Tabla del ensayo de penetración con el equipo anillo de carga.....	64
Tabla 22 Resumen de resultados CBR y densidad seca	65
Tabla 23 Resultados finales de CBR para un el diseño D-1.....	65
Tabla 24 Tabla de resultados del ensayo de compactación y ensayo de inmersión por 96 horas para el diseño D-2 con 2% de mucilago de gigantón y 0% de aditivo policarboxilato fluidizante SR-100.	66
Tabla 25 Tabla del ensayo de expansión del proceso de inmersión del diseño D-2.....	67
Tabla 26 Tabla del ensayo de penetración con el equipo anillo de carga.....	68
Tabla 27 Resumen de resultados CBR y densidad seca	69
Tabla 28 Resultados finales de CBR para un el diseño D-2.....	69
Tabla 29 Tabla de resultados del ensayo de compactación y ensayo de inmersión por 96 horas para el diseño D-3 con 0.5% de mucilago de gigantón y 0% de aditivo policarboxilato fluidizante SR-100.	70
Tabla 30 Tabla del ensayo de expansión del proceso de inmersión del diseño D-3.....	70
Tabla 31 Tabla del ensayo de penetración con el equipo anillo de carga.....	72
Tabla 32 Resumen de resultados CBR y densidad seca	73
Tabla 33 Resultados finales de CBR para un el diseño D-3.....	73
Tabla 34 Tabla de resultados del ensayo de compactación y ensayo de inmersión por 96 horas para el diseño D-4 con 0% de mucilago de gigantón y 2% de aditivo policarboxilato fluidizante SR-100.	74

Tabla 35	<i>Tabla del ensayo de expansión del proceso de inmersión del diseño D-4.....</i>	<i>74</i>
Tabla 36	<i>Tabla del ensayo de penetración con el equipo anillo de carga.....</i>	<i>76</i>
Tabla 37	<i>Resumen de resultados CBR y densidad seca</i>	<i>77</i>
Tabla 38	<i>Tabla Resumen de resultados finales de CBR y densidad seca del diseño D-477</i>	
Tabla 39	<i>Tabla de resultados del ensayo de compactación y ensayo de inmersión por 96 horas para el diseño D-5 con 2% de mucilago de gigantón y 2% de aditivo policarboxilato fluidizante SR-100.</i>	<i>78</i>
Tabla 40	<i>Tabla del ensayo de expansión del proceso de inmersión del diseño D-5.....</i>	<i>78</i>
Tabla 41	<i>Tabla del ensayo de penetración con el equipo anillo de carga.....</i>	<i>80</i>
Tabla 42	<i>Resumen de resultados CBR y densidad seca</i>	<i>81</i>
Tabla 43	<i>Tabla de resultados finales de CBR y densidad seca del diseño D-5</i>	<i>81</i>
Tabla 44	<i>Tabla de resultados del ensayo de compactación y ensayo de inmersión por 96 horas para el diseño D-6 con 0.5% de mucilago de gigantón y 2% de aditivo policarboxilato fluidizante SR-100.</i>	<i>82</i>
Tabla 45	<i>Tabla del ensayo de expansión del proceso de inmersión del diseño D-6.....</i>	<i>82</i>
Tabla 46	<i>Tabla del ensayo de penetración con el equipo anillo de carga.....</i>	<i>84</i>
Tabla 47	<i>Tabla resumen de las densidades secas y CBR del D-6.....</i>	<i>85</i>
Tabla 48	<i>Tabla de resultados finales de CBR al 95% y al 100% del diseño D-6</i>	<i>85</i>
Tabla 49	<i>Tabla de resultados del ensayo de compactación y ensayo de inmersión por 96 horas para el diseño D-7 con 2% de mucilago de gigantón y 0.5% de aditivo policarboxilato fluidizante SR-100.</i>	<i>86</i>
Tabla 50	<i>Tabla del ensayo de expansión del proceso de inmersión del diseño D-7.....</i>	<i>86</i>
Tabla 51	<i>Tabla del ensayo de penetración con el equipo anillo de carga.....</i>	<i>88</i>
Tabla 52	<i>Resumen de CBR Y densidad seca del diseño D-7</i>	<i>89</i>
Tabla 53	<i>Tabla de resultados finales de CBR al 95% y al 100% del diseño D-7</i>	<i>89</i>
Tabla 54	<i>Tabla de resultados del ensayo de compactación y ensayo de inmersión por 96 horas para el diseño D-8 con 0% de mucilago de gigantón y 0.5% de aditivo policarboxilato fluidizante SR-100.</i>	<i>90</i>
Tabla 55	<i>Tabla del ensayo de expansión del proceso de inmersión del diseño D-8.....</i>	<i>90</i>
Tabla 56	<i>Tabla del ensayo de penetración con el equipo anillo de carga.....</i>	<i>92</i>
Tabla 57	<i>Resumen de CBR y densidad seca del diseño D-8.....</i>	<i>93</i>
Tabla 58	<i>Tabla de resultados finales de CBR al 95% y al 100% del diseño D-8</i>	<i>93</i>
Tabla 59	<i>Tabla de resultados del ensayo de compactación y ensayo de inmersión por 96 horas para el diseño D-9 con 0.5% de mucilago de gigantón y 0.5% de aditivo policarboxilato fluidizante SR-100.</i>	<i>94</i>
Tabla 60	<i>Tabla del ensayo de expansión del proceso de inmersión del diseño D-9.....</i>	<i>94</i>
Tabla 61	<i>Tabla del ensayo de penetración con el equipo anillo de carga.....</i>	<i>96</i>
Tabla 62	<i>Resumen de CBR y Densidad Seca del diseño D-9</i>	<i>97</i>
Tabla 63	<i>Tabla de resultados finales de CBR al 95% y al 100% del diseño D-9</i>	<i>97</i>
Tabla 64	<i>Resumen de resultados de los 9 diseños para CBR al 95% y 100% cuando se tiene una penetración de 0.1" y 0.2" con energía de compactación de 55 golpes.</i>	<i>98</i>
Tabla 65	<i>Resumen de resultados de los 9 diseños para la expansión con energía de compactación de 55 golpes.</i>	<i>99</i>
Tabla 66	<i>Potencial de hinchazón con el índice de plasticidad</i>	<i>100</i>
Tabla 67	<i>Clasificación del grado de expansión comparado con el porcentaje de expansión.</i>	<i>101</i>
Tabla 68	<i>Resumen de resultados de los 9 diseños para la densidad húmeda al 95% cuando se tiene una penetración de 0.1" con energía de compactación de 55 golpes... </i>	<i>101</i>

Tabla 69 Resultados de los 9 diseños para la densidad seca al 95% cuando se tiene una penetración de 0.1" con energía de compactación de 55 golpes.....	103
Tabla 70. Gráfico de variación de la densidad seca respecto a la densidad seca Máxima de 2.31 (gr/cm3)	103

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura interna de un tallo de cactácea columnar (mucilago de gigantón) ...	11
Figura 2. Formas de costillas de tallos de cactus. (mucilago de gigantón).....	12
Figura 3. Mecanismo de acción de las melaminas, naftalenos y policarboxilato	13
Figura 4. Granulometría.....	15
Figura 5. Herramientas Granulometría	15
Figura 6. Ubicación de la cantera de Sencca	30
Figura 7. Concesiones mineras del distrito de Poroy	31
Figura 8. Mapa Altitudinal Topografiaca	31
Figura 9. Ubicación de cantera Sencca	32
Figura 10. Vista panorámica de la cantera Sencca	33
Figura 11. Equipos para su extracción del material de base de la cantera de Sencca.....	33
Figura 12. Extracción directa del material de base.....	33
Figura 13. Mapa altitudinal topográfica.....	34
Figura 14. Selección del gigantón.....	35
Figura 15. Se seleccionó observando su madurez y de las plantas para luego cortarlos con un machete.	35
Figura 16. Materiales	35
Figura 17. Eliminación de las espinas del gigantón proceso que se realiza con guantes y cuchillo para facilitar su manipulación y traslado del gigantón.	35
Figura 18. Adquisición del aditivo Policarboxilato fluidizante SR-1000	36
Figura 19. Características técnicas.....	36
Figura 20. Picado de gigantón en estado fresco aprox. 1x1 cm para sacar mayor cantidad de gel del cactus.....	37
Figura 21. Pesado del gigantón para obtener una concentración del mucilago en relación en peso 1:3 agua-gigantón.	37
Figura 22. Dosificación del mucilago de gigantón.....	37
Figura 23. Reposo de 48 horas del gigantón.	37
Figura 24. Pesado del picnómetro con agua destilada para anotar su peso.....	38
Figura 25. Llenado y pesado del picnómetro con mucilago de gigantón para anotar su peso.....	38
Figura 26. Contenido de Humedad Natural.....	40
Figura 27. Material resultante del proceso de tamizado	41
Figura 28. Disposición de material para los ensayos de CBR”	41
Figura 29. Curva granulométrica por tamizado.....	41
Figura 30. Limite liquido	43
Figura 31. Equipo-Cuchara de Casagrande.....	43
Figura 32. Proceso de ensayo del Límite Líquido y Límite Plástico	43
Figura 33. Limite Plástico.....	44
Figura 34. Clasificación de suelos	45
Figura 35. Clasificación de suelos para suelos finos.....	46
Figura 36. Clasificación de suelos para suelos gruesos	46
Figura 37. Clasificación de suelos según AASHTO.....	47
Figura 38. Carta de Plasticidad AASHTO Para suelos finos.....	47
Figura 39. Ensayo de compactación – Proctor modificado de 4”	50
Figura 40. Pesado de material compactado y molde Proctor modificado	50

Figura 41. <i>Gráfico densidad seca Vs contenido de humedad.....</i>	51
Figura 42. <i>Secado de material a la intemperie.....</i>	55
Figura 43. <i>Secado de material en Hornillas.....</i>	55
Figura 44. <i>Equipo de molde CBR.....</i>	55
Figura 45. <i>Equipo mecánico de penetración CBR.....</i>	55
Figura 46. <i>Pesaje de material.....</i>	56
Figura 47. <i>Pesado de agua y aditivos.....</i>	56
Figura 48. <i>Modo de ejecutar los golpes en el ensayo de compactación.....</i>	57
Figura 49. <i>Proceso de batido de las muestras dosificadas.....</i>	57
Figura 50. <i>Llenado de molde CBR con material mezclado (suelo +agua y aditivos).....</i>	57
Figura 51. <i>Proceso de compactación.....</i>	58
Figura 52. <i>Enrase de material excedente.....</i>	58
Figura 53. <i>Dial para medir la expansión del suelo compactado en la etapa de inmersión en agua.....</i>	59
Figura 54. <i>Proceso de inmersión en agua de las 27 muestras por un tiempo de 96 horas.....</i>	59
Figura 55. <i>Extracción de las muestras pasadas las 96 horas del proceso de inmersión.....</i>	59
Figura 56. <i>Pesaje de muestra y molde CBR luego de la inmersión en agua.....</i>	59
Figura 57. <i>Equipo prensa de anillo de carga para ensayos de penetración.....</i>	60
Figura 58. <i>Dial que mide la penetración al ser aplicada una carga directa en la muestra.....</i>	60
Figura 59. <i>Extracción de muestras y colocadas en capsulas.....</i>	60
Figura 60. <i>Pesado de muestras con cápsulas codificadas.....</i>	60
Figura 61. <i>Secado de muestras por 24 horas en horno a 110 C°.....</i>	61
Figura 62. <i>Grafico del diseño D-1, porcentaje de expansión Vs tiempo.....</i>	63
Figura 63. <i>Grafico del diseño D-1, Esfuerzo de penetración Vs penetración.....</i>	64
Figura 64. <i>Grafico del diseño D-1, Densidad Seca Vs CBR.....</i>	65
Figura 65. <i>Grafico del diseño D-2, porcentaje de expansión Vs tiempo.....</i>	67
Figura 66. <i>Grafico del diseño D-2, Esfuerzo de penetración Vs penetración.....</i>	68
Figura 67. <i>Gráfico del diseño D-2, Densidad Seca Vs CBR.....</i>	69
Figura 68. <i>Grafico del diseño D-3, porcentaje de expansión Vs tiempo.....</i>	71
Figura 69. <i>Grafico del diseño D-3, Esfuerzo de penetración Vs penetración.....</i>	72
Figura 70. <i>Gráfico del diseño D-3, Densidad Seca Vs CBR.....</i>	73
Figura 71. <i>Grafico del diseño D-4, porcentaje de expansión Vs tiempo.....</i>	75
Figura 72. <i>Grafico del diseño D-4, Esfuerzo de penetración Vs penetración.....</i>	76
Figura 73. <i>Gráfico del diseño D-4, Densidad Seca Vs CBR.....</i>	77
Figura 74. <i>Grafico del diseño D-5, porcentaje de expansión Vs tiempo.....</i>	79
Figura 75. <i>Grafico del diseño D-5, Esfuerzo de penetración Vs penetración.....</i>	80
Figura 76. <i>Grafico del diseño D-5, Densidad Seca Vs CBR.....</i>	81
Figura 77. <i>Grafico del diseño D-6, porcentaje de expansión Vs tiempo.....</i>	83
Figura 78. <i>Grafico del diseño D-6, Esfuerzo de penetración Vs penetración.....</i>	84
Figura 79. <i>Grafico del diseño D-6, Densidad Seca Vs CBR.....</i>	85
Figura 80. <i>Grafico del diseño D-7, porcentaje de expansión Vs tiempo.....</i>	87
Figura 81. <i>Grafico del diseño D-7, Esfuerzo de penetración Vs penetración.....</i>	88
Figura 82. <i>Grafico del diseño D-7, Densidad Seca Vs CBR.....</i>	89
Figura 83. <i>Grafico del diseño D-8, porcentaje de expansión Vs tiempo.....</i>	91
Figura 84. <i>Grafico del diseño D-8, Esfuerzo de penetración Vs penetración.....</i>	92

Figura 85. <i>Grafico del diseño D-8, Densidad Seca Vs CBR.....</i>	93
Figura 86. <i>Grafico del diseño D-9, porcentaje de expansión Vs tiempo.....</i>	95
Figura 87. <i>Grafico del diseño D-9, Esfuerzo de penetración Vs penetración.....</i>	96
Figura 88. <i>Grafico del diseño D-9, Densidad Seca Vs CBR.....</i>	97
Figura 89. <i>Resultados CBR de los 9 diseños analizados al 95%.....</i>	98
Figura 90. <i>% de Expansión.....</i>	100
Figura 91. <i>Gráfico de variación de la densidad húmeda respecto al diseño para D-1....</i>	102

RESUMEN

La presente investigación tuvo como **objetivo** determinar en qué medida la aplicación del Mucilago de Gigantón (MG) y aditivo Policarboxilato (PF-SR-1000) mejoran las propiedades del material de base de la cantera Sencca, la **metodología** fue de enfoque cuantitativo-aplicativo, el **diseño** cuasiexperimental, la **población** cantera de Sencca para luego obtener el **muestreo** de 9 diseños obtenidos al dosificar MG Y PF-SR-1000 al 0%, 0.5% y 2%, Los principales resultados obtenidos fueron: de la propiedad mecánica la **resistencia CBR**, respecto al diseño patrón D-1 sin aditivos que alcanzo a 31.41% se obtuvieron los mejores resultados al adicionar los aditivos en los diseños D-3, D-4, D-7 y D-8, incrementando en 8.02%, 7.19%, 0.80% y 2.34% respectivamente, las propiedades físicas como la **expansión** del ensayo de inmersión en agua, de los diseños del D-1 al D-9 no presentaron expansión a excepción del diseño D-5 incremento en 0.02% no es una variaciones significativas respecto al volumen inicial, las **densidades húmeda y seca** no se tuvo mejorías al adicionar los aditivos MG Y PF-SR-100 en 0.5% y 2% presentaron tendencias declinantes los cuales no superaron a la densidad seca máxima de 2.31 gr/cm³ y a la densidad húmeda de 2.41gr/cm³. **Finalmente se concluye** que las propiedades mecánicas y físicas del material de base de la cantera de Sencca en algunos diseños mejoran y otros no mejoran por lo tanto no serían aplicables para material de base porque no llegan a cumplir con las exigencias mínimas de calidad permitidas por las Normas Técnicas Peruana (NTP).

Palabras clave: Mucilago de gigantón, Aditivo policarboxilato SR-100, Material de base de la cantera de Sencca, propiedades físicas del material base, propiedades mecánicas del material base.

ABSTRACT

The present research aimed to determine to what extent the application of the Gigantón Mucilage (MG) and Polycarboxylate additive (PF-SR-1000) improve the properties of the base material of the Sencca quarry, the methodology was quantitative-applicative approach, the quasi-experimental design, the Sencca quarry population to later obtain the sampling of 9 designs obtained by dosing MG and PF-SR-1000 at 0%, 0.5% and 2%, The main results obtained were: from the mechanical property the CBR resistance Regarding the standard design D-1 without additives, which reached 31.41%, the best results were obtained when adding the additives in designs D-3, D-4, D-7 and D-8, increasing by 8.02%, 7.19% , 0.80% and 2.34% respectively, the physical properties such as the expansion of the immersion test in water, of the designs from D-1 to D-9 did not present expansion except for the design D-5 increase in 0.02% is not a variation significant with respect to the initial volume , the wet and dry densities did not improve when adding the additives MG and PF-SR-100 in 0.5% and 2% showed declining trends which did not exceed the maximum dry density of 2.31 gr / cm³ and the wet density of 2.41 gr / cm³. Finally, it is concluded that the mechanical and physical properties of the base material of the Sencca quarry in some designs improve and others do not improve, therefore they would not be applicable for base material because they do not meet the minimum quality requirements allowed by the Peruvian Technical Standards (NTP).*Keywords:* Giant mucilage, SR-100 polycarboxylate additive, Sencca quarry.

Keywords: Giant mucilage, SR-100 polycarboxylate additive, Sencca quarry base material, physical properties of base material, mechanical properties of base material.

I. INTRODUCCIÓN

En cuanto a la **realidad problemática**, los aditivos sintéticos y naturales como el mucilago de gigantón, en los últimos años están siendo utilizados como elementos mejoradores de las propiedades geotécnicas tanto físicas y mecánicas del material de base de las estructuras viales, así como para la estabilización de suelos, estos estudios nacen de la necesidad de incrementar la capacidad de soportes de cargas de tráfico en las vías a nivel de afirmado. Nuestro país no es ajeno a estas nuevas tecnologías ya que se están realizando diferentes estudios de sustancias y elementos mejoradores para conferirle una mayor estabilidad al suelo, que forma parte como soporte de la carpeta de rodadura o en muchos casos soportan directamente las cargas de tráfico como es de vías a nivel de afirmado, según la revista Perú construye menciona que la Cámara de Comercio Exterior (CCEX) 2018 la red vial nacional del Perú está conformada por 95683 km y de esta solo el 16% está a nivel de vías pavimentadas, lo que significa que 80367 km de carreteras se encuentra a nivel de afirmado en un 84% por lo tanto la necesidad de desarrollar la implementación de nuevos materiales que mejoren las propiedades de los suelos (Lin, y otros, 2019) los suelos se estabilizan con aglutinantes para garantizar una calidad constante en términos de rendimiento mecánico, durabilidad, resistencia a la entrada de humedad y carga termomecánica, los más comunes de estabilización del suelo son cemento Portland, la cal y aditivos, etc". (Hall, y otros, 2012 pág. 223), sin embargo, el empleo del mucilago de gigantón, ha merecido poco estudio científico, aplicado en el material de base de estructuras viales si bien es comúnmente utilizado en unidades de albañilerías (adobe) en la construcción y para el proceso de mantenimiento y puesta en valor del patrimonio cultural, uso de estos aditivos naturales (Tapia P., y otros, 2016 pág. 223), en su tesis menciona después de evaluar los resultados concluyó que el mucilago de gigantón como estabilizante otorga mejoras significativas a las propiedades físico-mecánicas del adobe" del mismo modo "La compatibilidad de los superplastificantes con la compactación del suelos destinados a la construcción de bases y subbases no se ha estudiado de manera completa, los superplastificantes en el concreto cumplen la función de reducir el agua de mezclado, durante la compactación de suelos para lograr la densidad máxima seca y por lo tanto el CBR óptimo, se debe adherir agua al suelo para lubricarlo, cuando se agrega agua en exceso, la densidad sufre una disminución" (Aïtcin, y otros, 2016),

Por todas estas razones conviene y es de suma importancia investigar en qué medida el efecto del mucilago de gigantón y aditivo policarboxilato sr-1000 mejoran las propiedades del material de base de la cantera de Sencca ubicada en la ciudad del cusco.

El problema general de la investigación es ¿En qué medida la aplicación del mucilago y aditivo policarboxilato mejora las propiedades del material de base de la cantera de Sencca? y los **problemas específicos** son: ¿En qué medida la aplicación del mucilago de gigantón y el aditivo policarboxilato mejoran la resistencia (CBR) del material de base de la cantera de Sencca?, ¿En qué medida la aplicación del mucilago de gigantón y aditivo policarboxilato mejoran la expansión del material de base de la cantera Sencca? ¿En qué medida la aplicación de mucilago de gigantón y aditivo policarboxilato mejoran la densidad húmeda del material de base de la cantera Sencca? finalmente ¿En qué medida la aplicación de mucilago de gigantón y aditivo policarboxilato mejoran la densidad seca del material de base de la cantera Sencca?

La presente tesis, definitivamente creará resultados de dosificaciones en las que será de utilidad para la ejecución de las diferentes obras viales a cerca de nuevas alternativas de aplicación para mejorar las propiedades del material de base de mucilago de gigantón y aditivo policarboxilato sr-1000, al mismo tiempo se valora la capacidad de manejo de las plantas naturales de la zona. Es importante buscar alternativas naturales de estabilización de suelos aplicados en la resistencia del material de base, confiriéndole a la base de vías afirmadas una mejora de la resistencia a las fuerzas tractoras, mayor soportabilidad a agentes erosivos, mayor densificación y una soportabilidad a fuerzas normales provenientes de las cargas vehiculares. Por este motivo la **justificación técnica** en el uso de aditivos naturales como el mucilago de gigantón en la geotecnia de los suelos es una alternativa donde contribuirá en la construcción de vías ya que la resistencia de los suelos en cierta medida será mejorada, por lo cual consiste en comparar y buscar alternativas tanto naturales como el aditivo de mucilago de gigantón e inorgánicos como es el caso de policarboxilato en porcentajes del 0%, 0.5% Y 2 % para conocer cómo actúan estas dos sustancias y reconocer los mejores resultados como alternativa de mejoradores de propiedades mecánicas y físicas del material de base en este

caso de préstamo como es el de la cantera de Sencca y cumplir los requisitos de calidad. **Justificación social**, al realizar un análisis del material de la cantera de Sencca que se encuentra en la Comunidad Campesina Sencca Quispihuara, en el distrito de Poroy del departamento del Cusco, esta cantera es muy importante porque contribuye en el procesamiento y venta de agregado de construcción así como material de préstamo que es utilizado por las municipalidades de la ciudad del cusco para el mejoramiento y mantenimiento de vías vecinales que forman parte de ese grueso de vías no pavimentadas, estos proyectos de mejora y mantenimiento de vías son ejecutadas con presupuestos del estado peruano y son manejados por los municipios, siendo los beneficiarios directos los habitantes de dicha comunidad, brindándoles accesibilidad a sus unidades vehiculares.

Justificación económica, al aplicar mucilago de gigantón y aditivo policarboxilato sr-1000, en el material de base mejorara al suelo aumentar la resistencia a cargas verticales y por ende conferirles a las bases una gran soportabilidad y en el caso de vías que se encuentran a nivel de trocha y afirmada les darán una durabilidad considerable a los agentes erosivos, de tal forma que los mantenimientos periódicos de vías no pavimentadas se realicen con menos frecuencia de lo habitual teniendo un considerable gasto económico en la designación presupuestal por parte de los municipios a la vez alivia a los usuarios directos.

El **objetivo general** es determinar en qué medida la aplicación de mucilago de gigantón y aditivo policarboxilato mejoran las propiedades del material de base de la cantera Sencca de la ciudad de Cusco, siendo los **objetivos específicos**: Determinar en qué medida la aplicación de mucilago de gigantón y aditivo policarboxilato mejoran la resistencia (CBR) del material de base de la cantera de Sencca; Determinar en qué medida la aplicación del mucilago de gigantón y aditivo policarboxilato mejoran la expansión del material de base de la cantera Sencca; Determinar en qué medida la aplicación de mucilago de gigantón y aditivo policarboxilato mejoran la densidad húmeda del material de base de la cantera Sencca y por ultimo determinar en qué medida la aplicación de mucilago de gigantón y aditivo policarboxilato mejoran la densidad seca del material de base de la cantera Sencca.

En la **hipótesis general** se menciona que, la aplicación del aditivo policarboxilato mejoran las propiedades del material de base de la cantera Sencca. y las **hipótesis específicas** son: la aplicación del aditivo policarboxilato mejoran la resistencia (CBR) del material de base de la cantera de Sencca; la aplicación del aditivo policarboxilato mejoran la expansión del material de base de la cantera Sencca; la aplicación aditivo policarboxilato mejoran la densidad húmeda del material de base de la cantera Sencca y por último la aplicación del aditivo policarboxilato mejoran la densidad seca del material de base de la cantera Sencca

II. MARCO TEÓRICO

Los **antecedentes** de la presente investigación son; Condori y Huamaní. (2018) en su investigación titulada: *“Aplicación del estabilizador z con polímero en el incremento del valor del CBR del material utilizado como afirmado en la carretera departamental ap-103, tramo puente ullpuhuaycco – karkatera (l= 14.050 kms) abancay-apurímac 2018.”* En el cual el objetivo de investigación es de determinar el incremento del valor de CBR utilizando estabilizador Z con polímeros sintéticos, la metodología empleada para la presente investigación es hipotético deductivo. Con diseño experimental de nivel explicativo dicha investigación se desarrolló mediante el uso de herramientas de laboratorio como: cuchara de Casagrande, balanza electrónica, horno electrónico, ensayos de CBR, tamices estandarizados, formatos de inventario vial e inventario de condición. La población constituye el material de préstamo de cantera de Condebamba que equivale a 12,152 m³. Obteniendo el principal resultado que la Capacidad de soporte de CBR al 95% incrementa en 4.30% aplicando estabilizador Z con polímeros respecto al CBR del suelo natural al 95%, al aplicar el estabilizador Z incrementa significativamente en la curva de esfuerzo penetración, la humedad óptima de compactación incrementa en un 0.35% respecto al terreno natural.

Tulio. (2019) en su investigación titulada: *“Análisis de un producto a base de polímeros como estabilizador químico de suelos para la construcción de caminos no pavimentados.”* En el cual el objetivo de investigación fue de analizar los aditivos químicos a base de polímeros para la aplicación en carreteras sin pavimentos, así como analizar el requerimiento de la relación agua y aditivo para la mejora de las propiedades químicas del suelo, la metodología empleada para la presente investigación fue de enfoque cuantitativo, diseño cuasi experimental. Y para la población se consideró tres tipos de materiales de préstamo de Guatemala de los que se obtuvo tres muestras. El principal resultado obtenido indica que al aplicar polímeros estabilizantes Se determinó que el hinchamiento para muestras sin polímero para muestras No.1, No.2 y No.3 fueron 0,59%, 0,44% y 4,07% respectivamente y al adicionar polímeros a las tres muestras en relaciones de agua-aditivo 2:1, 4:1, 6:1 y 8:1 se obtuvieron expansiones de, 0,09%, 0,0% y 4,45%.

Angulo, Rojas. (2016) en su investigación titulada: *“Ensayo de fiabilidad con aditivo proes para la estabilización del suelo en el AA. HH el milagro, 2016.”* En el

cual el objetivo de investigación fue de proponer una mejora de las propiedades mecánicas y físicas aplicando aditivo sintético PROES en la vía hacia el Asentamiento Humano “El Milagro” del distrito de San Juan Bautista en la provincia de Maynas en el departamento de Loreto; la metodología empleada para la presente investigación fue del tipo preexperimental. Respecto a la población se consideró el Km 21 de la carretera de tercer orden Iquitos-Mayna; las técnicas e instrumentos de medición se desarrollaron mediante el uso de herramientas fiables tales como formatos de recolección de datos, guías de observación de campo, guías de observación de laboratorio, e instrumentos de ingeniería. Obteniendo los principales resultados al combinar los suelos 85% A-2-4(0) y 15% A -7-5(9) llego a 102% de CBR, el suelo natural A-4(1) llego a un CBR de 14.4% y al adicionar 2% de cemento (C°) alcanzo a 25.5%, 36.1% con dosis de 2%C°-0.30Lt/m3 PROES. El mejor desempeño obtenido para los CBR más altos de 43.2% y 102% fue cuando se aplicó la dosis de 0.30Lt/m3 de PROES y 2%C°. Respecto a densidades húmedas se obtuvieron 2.103, 2.104, 2.129, 2.125, 2.099, 2.131, 2.134, 1.900, 1.988 y 2.023 gr/cm3 para las combinaciones de 0%C°-A-4(1), 2% C°-A-4(1), 2%C°- A-4(1)-0.3Lt/m3 P. Sumergido, 2%C°- A-4(1)-0.3Lt/m3 P Curado, A-2-4(0) - A-7-5(9), 2%C°-A-2-4(0) - A-7-5(9)- 0.3Lt/m3 P, A-3(0)- A-7-5(9), 2%C°- A-3(0)- A-7-5(9) Y 2%C°- A-3(0)- A-7-5(9)- 0.3Lt/m3 P respectivamente.

Sangama y Morales. (2018) en su investigación titulada: “*Conservación de superficie de rodadura utilizando el aditivo CON-AID súper en la carretera departamental tramo: Emp. sm-100 - alto roque - buena vista, km. 6+000 al km 6+800. distrito de San Martín de Alao - provincia del dorado - San Martín.*” En el cual el objetivo fue de incorporar CON-AID super como aditivo sintético para mejorar la sub base de un segmento de 0.8Km de la carretera SM-100 del distrito de San Martín, la metodología empleada para la presente investigación fue de diseño experimental y de estudio correlacional, en torno a la población se consideró el tramo de 0.8km de la carretera SM-100 del cual se extrajeron muestras de calicatas cada 250m, Mediante el uso de herramientas tales como formatos de recolección de datos, guías de observación de campo, guías de observación de laboratorio, e instrumentos de ingeniería. Obteniendo los principales resultados, al aplicar el aditivo en 1.5% se obtuvo un CBR de 42% respecto a 5.95% sin la adición de aditivo, respecto al hinchamiento disminuyó en 10%, la máxima densidad seca

sin aditivo alcanzo a 1.804 gr/cm³ y con la adición de 1.5% de Con-Aid la MDS llego a 1.985 gr/cm³. Respecto al OCH en estado natural fue de 16.40% y con adición del aditivo bajo a 6.80%, estos valores demuestran que las propiedades mecánicas de un suelo tipo A-6(9) mejoran con el 1.5% de Con-Aid.

Baldoceda. (2019) en su investigación titulada: *“Aplicación de la savia de nopal como impermeabilizador en construcciones de adobe en el barrio Cecilio Limaymanta de Tarma – Junín”* En el cual el objetivo de investigación fue de impermeabilizar las unidades de albañilería como es el del abobe incorporando savia de nopal, la metodología empleada para la presente investigación fue de enfoque cuantitativo, implicancias hipotéticas-deductivas y diseño experimental, para el numero de población se fabricó adobes de 30x15x10 cm según la norma E.080, insertadas con porcentajes de 3%,5%,7% y 9% de savia de nopal en un total de 50 testigos de adobe, para lo cual se ejecutó mediante el uso de herramientas de pruebas de selección como: prueba granulométrica, prueba de plasticidad, prueba de resistencia, ensayos de Absorción y Erosión Acelerada. Obteniendo el principal resultado que el adobe estabilizado con 7% y 9% de savia de nopal tiene mayor resistencia a la absorción comparado con el adobe tradicional.

Irigoin Cubas y Acosta Peña. (2020) en su investigación titulada: *“Comportamiento del suelo de la cantera Roaya utilizando el aditivo CON-AID, para carreteras con superficies de afirmado – La Libertad.”* En el cual el objetivo de investigación fue de buscar las mejoras de las propiedades físico-mecánicas del material de cantera aplicando el aditivo CON-AID para la carretera de Roaya a nivel de afirmado, la metodología de investigación según su finalidad es aplicada, de carácter descriptivo y naturaleza cuantitativa - experimental, de nivel descriptivo. Y para la población se consideró el material de cantera de Roaya aplicada con el aditivo al 1%,2% y 3%, las herramientas empleadas fueron los instrumentos de laboratorio del centro de innovación tecnológica de la Universidad Cesar Vallejo (UCV). Obteniendo los principales resultados del incremento de CBR en 61.07%, 66.355 y 82.41% respecto a la muestra sin aditivo que es de 57.51%, la densidad seca incremento en 0.023 Kg/cm³ y la cohesión del material de cantera sin aditivo no presento resultado alguno, pero al adicionar el aditivo CON-AID al 1%,2% y 3% se aprecia incrementos de 0.11, 0.19 y de 0.25 Kg/cm² respectivamente.

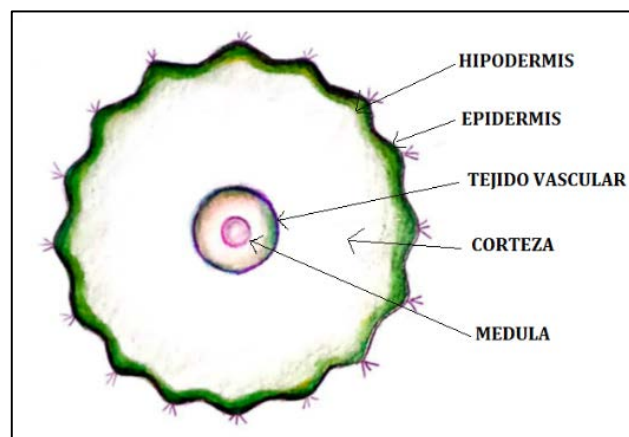
En cuanto a las teorías para esta investigación se tienen, **los Mucilagos**, son sustancias viscosas solubles en agua y “[...] son fibras de procedencia vegetal, el cual se encuentra internamente en los tejidos, y en los órganos de los vegetales se les puede encontrar en familias de vegetales superiores como Plantagináceas, lináceas, malváceas y cactáceas” (Bruneton, 2000), los mucilagos de cactáceas son empleados cada vez con mayor frecuencia en la restauración y conservación de monumentos del patrimonio cultural así como en la ingeniería de vías, la construcción, en particular en la estabilización y mejoras de las propiedades físico-mecánicas de los suelos, los aditivos naturales son una buena alternativa en el sector de la construcción con materiales térreos demostrando resultados satisfactorios confiriéndole alta trabajabilidad a las mezclas (Martínez, y otros, 2008). El mucilago está conformado por polisacáridos (conjunto de monosacáridos de carbono simple) “por su gelificación se observa cuanto más es la asociación de cadenas entre sí más es la rigidez del gel, si la asociación es demasiado importante la estructura gálica tiende a precipitarse” (Bruneton, 2001 pág. 36). Los mucilagos se clasifican según el autor (Castillo, y otros, 2015) mucílagos neutros están constituidos de 2 a 10 unidades cíclicas de forma lineal o ramificada. Los mucílagos ácidos reciben esta denominación porque son derivados de ácidos osas.

El gigantón es una planta cactacea de nombre científico (Trichocereus cuzcoensis) “se desarrolla exclusivamente en los andes entre las altitudes superiores a los 1000 msnm, e inferiores a los 3000msnm de la cadena montañosa andina del norte peruano hasta el norte de chile y norte argentino” (Carrion, 2019), “en una que crece de 5 y 6 metros de alto, muy ramificadas y extendidas, cuando son jóvenes tiene apariencia verduzca y cuentan de entre 7 a 8 costillas redondeadas presentan numerosas espinas muy fuertes, presenta flor blanca, con vellosidades, de unos 15 cm de,” (N.L. Britton, y otros, 1920 pág. 136). Su fruto es oblongo, verde oscuro con pelos negros de 3 -4 cm x 3cm de diámetro.

En nuestra región es comúnmente conocido con el nombre de hawacollay nombre quechua que le dan varios usos medicinales, artesanales, en la restauración y conservación de monumentos culturales en templos, casonas coloniales en la elaboración de los adobes como unidades de confinamiento, embarres en muros de adobes, formando un mortero con abundante paja, ceniza,

mucilago de gigantón. con la finalidad de lograr la adherencia del mortero al muro ya que le da mayor resistencia y menor fractura. El mucilago tiene alto grado de viscosidad al ser combinada con agua, tiene similitud con las pectinas por su composición química, no obstante, los enlaces covalentes las distinguen entre sí (Padrón, 2011). Estas plantas se caracterizan por la ausencia de hojas en el tallo, Algunas especies presentan frutos y espinos como en el caso del mucilago, que emergen como una lanilla blanquecina donde nace de sus areolas. Estas partes de los cactus similares a botones cumplen la función de dar origen a espinas, flores y frutos. los cactus se deben a la existencia de un tejido que retiene el agua y sales en forma de mucílago.

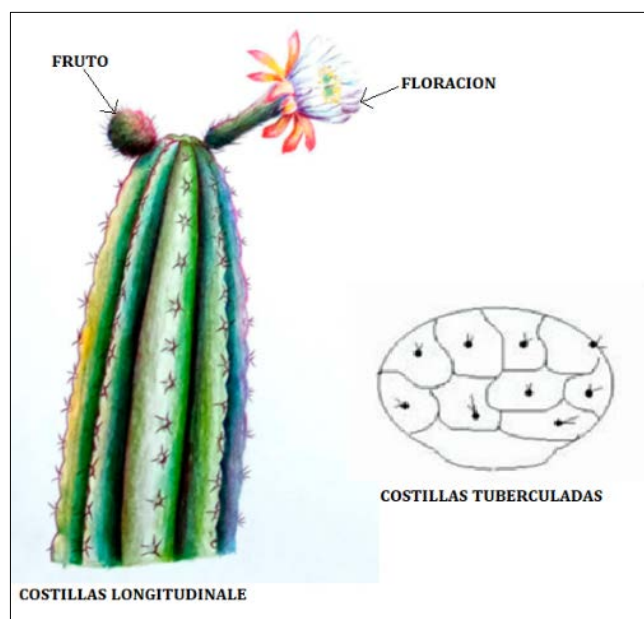
Figura 1. *Estructura interna de un tallo de cactácea columnar (mucilago de gigantón)*



Fuente: Elaboración Propia-2020

Como observamos en la figura 1 la corteza del cactus conforma la mayor parte del cuerpo, la superficie de los tallos son los encargados de realizar la fotosíntesis, llamados *epidermis* e *hipodermis*. La medula y el tejido vascular están situadas en la parte central del cuerpo, la hipodermis y la *epidermis* no se ven afectadas en el proceso de hinchamiento al captar agua por la existencia de pliegues surcados alineados longitudinales.

Figura 2. Formas de costillas de tallos de cactus. (mucilago de gigantón)



Fuente: Elaboración Propia-2020

Su **Cultivo** de *Trichocereus cuzcoensis*, se desarrolla al igual que todas las cactáceas del tipo *Trichocereus*, los cuales soportan desde 9° Celsius o 15.8° Fahrenheit, son muy resistentes a las heladas, la temperatura media con la cual se mantienen en invierno es de 10° Celsius (*Trichocereus*, 2020).

Para la presente investigación se optó por el mucilago de gigantón para mejorar las propiedades del material de base de la cantera de Sencca porque al aplicar el gigantón a las unidades de albañilería a base de materiales térricos aumentan su resistencia por lo tanto con esos antecedentes la aplicación del mucilago de gigantón en el material de base para las vías pueden mejorar significativamente sus propiedades, es una planta que crece en nuestra zona y es accesible en nuestra región con características ecológica.

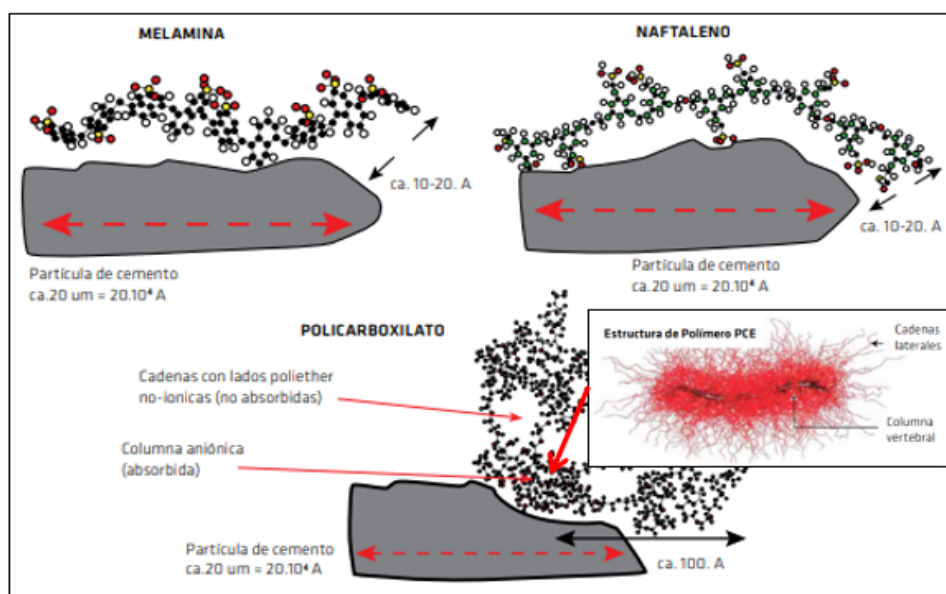
Los aditivos son aquellos productos que son empleados en la ingeniería de la construcción con el fin de modificar algunas de las propiedades de concretos, materiales granulares y conglomerados, los culés son proporcionados en pequeños porcentajes que varían de entre 0.1% al 5% (Ingecivilcusco, 2009), por otro lado a los aditivos la junta 116R de (American Concrete Institute, 2009), lo definen como material distinto al agua, del cemento y de los agregados que es empleado como

componente de las unidades estructurales en porcentajes que están relacionadas en función al agua y cemento (Ingecivilcusco, 2009).

Clasificación de los aditivos, los aditivos químicos para ser aplicadas en los concretos se clasifican en 7 tipos: A; aditivos reductores de agua, B; aditivos retardadores, C; aditivos aceleradores, D; aditivos retardadores con reductores de agua, E; aditivos aceleradores más reductores de agua, F; aditivo de rango alto que reduce el agua y G: reductor de agua de rango alto más retardante, (ASTM C494). En los últimos años el empleo de los aditivos superplastificantes está teniendo un lugar en la industria de la construcción con mayor frecuencia especialmente por su eficiencia, los superplastificantes están compuestos por Melaminas, vinilos y naftalenos sulfonados que actúan como dispersantes como se muestra en los mecanismos siguientes (SIKA, 2014 pág. 10).

- Reacción electrostática incitada entre las partículas.
- Engrase y/o lubricación de la capa laminar que existe entre las partículas de cemento.
- Difusión de partículas del cemento, liberando el agua atrapada entre las aglomeraciones floculares del cemento.
- Retracción de la absorción de agua superficial del cemento, cediendo más agua para darle más trabajabilidad a la mezcla.

Figura 3. *Mecanismo de acción de las melaminas, naftalenos y policarboxilato*

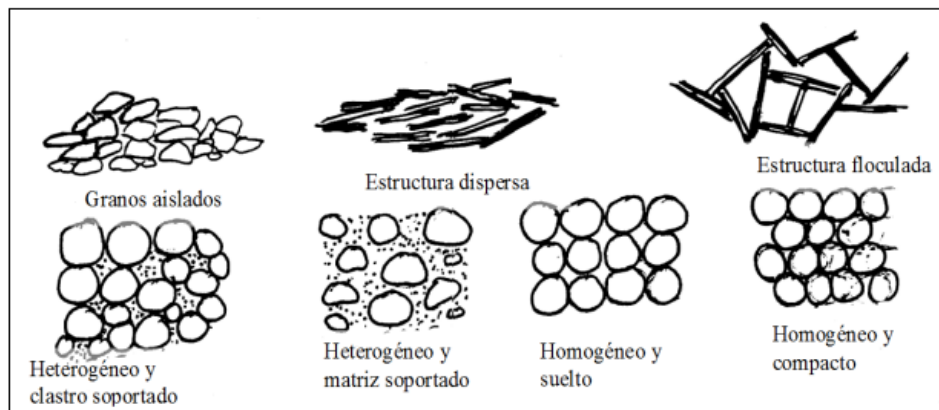


Fuente: Sika, 2014

Para los fines de esta investigación se ha optado trabajar con los aditivos superplastificantes con estructuras de policarboxilatos reductores de agua de rango alto del tipo A, F. en particular con el aditivo **Policarboxilato fluidizante SR-1000** estos aditivos de procedencia peruana, tienen la peculiaridad de reducir el agua y de dar una estupenda trabajabilidad a la combinación de agregados, cementos y el agua. Confiriéndole ventajas mecánicas y actuando directamente con los componentes del concreto, como optimizando la cohesión, disminución en la energía de compactación para la reducción de los vacíos, incrementa la resistencia inicial (Z Aditivos, 2020 pág. 1). Si bien es cierto que este producto es ampliamente utilizado en el diseño de concretos optimizando el agua desde el 10% hasta el 30% aumentando la resistencia y por ende la durabilidad. Es de esperar que al ser aplicados este producto en estructuras viales en particular para la estabilización de bases tenga el mismo efecto con los materiales térreos que con los agregados del concreto. El aditivo en estudio es de muy fácil manejo ya que viene en estado líquido con presentaciones de 1 galón, 5 galones a más, tiene un rendimiento de 0.2% hasta un 1.5% en relación al peso del cemento, con respecto a su densidad es de 1.09 Kg/L con márgenes de ± 0.02 Kg/L (Z Aditivos, 2020 pág. 2).

Granulometría. Se entiende por granulometría al análisis de la distribución de los granos según tamaño de los materiales como arenas, gravas y el suelo (León, 2007 pág. 21), la importancia de conocer la distribución, la forma, la heterogeneidad y su estructura granular de los materiales tales como arenas, gravas y del suelo conlleva a conocer el comportamiento de estos, los cuales otorgan estabilidad, soportabilidad y resistencia a los agentes erosivos, pero algunas veces suelen fallar por presentar granos minerales o por el material ligante (Escobar D., y otros, 2016).

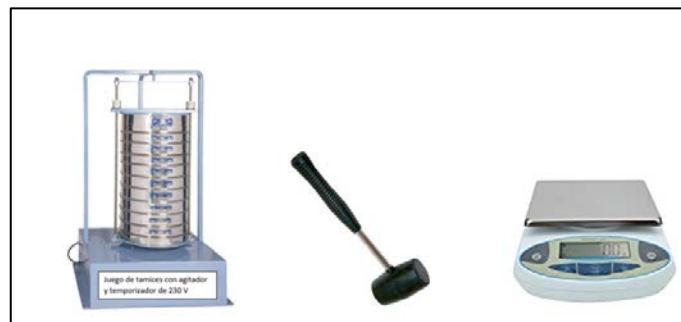
Figura 4. Granulometría



Fuente: Escobar, 2016

Para desarrollar el análisis granulométrico mecánico se emplea una serie de tamices típicos, mortero pulverizador y una balanza de sensibilidad al 0.1gr. ver figura (Bowles, 2015 pág. 35) 5, establecidas por la AASHTO T-88, ASTM D-422-MTC E-107.

Figura 5. Herramientas Granulometría



Fuente: Google

En el intento de conocer la relación relativa de las distintas dimensiones de los granos que componen la masa del suelo extraída estadísticamente representativa, es a lo que se llama el análisis granulométrico (Bowles, 2015 pág. 37),

Límite líquido (LL) Es el contenido extremo de agua en un suelo fino con el cual el suelo tiende a comportarse como un material plástico (Bowles, 2015 pág. 17). (ensayos establecidos por la norma ASTM D-4318) empleando el instrumento (copa de Casagrande) del ing. Arthur Casagrande, a esta magnitud porcentual del contenido límite de agua en el suelo fino, el material en estudio está a punto de cambiar del comportamiento plástico al de un fluido visco-adherente.

Límite plástico (LP) Viene a ser el contenido de agua más baja por lo que a partir de ello el material de suelo fino tiende a actuar como material no plástico (Bowles, 2015 pág. 17), ensayos establecidos por la norma ASTM D-4318), en esta fase es posible formar cilindros de aproximadamente 3 mm, con el suelo en estudio sin que lleguen a quebrarse.

Índice de plasticidad (IP). Es La diferencia numérica de los valores obtenidos de LL y el LP, (Bowles, 2015 pág. 17). El IP para Atterberg es el rango de contenido de agua donde el suelo actúa como un material flexible y dúctil que gracias a ello los suelos podrían ser clasificados, distinguiéndolos en (INACAP, 2015).

Suelos fragmentables	(IP < 1)
Suelos escasamente plásticos	(1 < IP < 7)
Suelos moderadamente plásticos	(7 < IP < 15)
Suelos en gran medida plásticos	(IP > 15)

$$IP = LL - LP$$

Humedad natural, se entiende por humedad natural a la relación que se tiene con la cantidad de agua expresada en unidad de masa del espécimen natural y el peso seco del espécimen en estudio sometidos a temperaturas de entre 105C° a 110C°y el resultado obtenido es expresado en porcentajes (%) (Andrades Rodríguez, y otros, 2015).

$\% \text{ humedad} = \frac{m_1 - m_2}{m_1} * 100$, donde: m1 masa de suelo natural y m2 masa de suelo sometido a temperatura de 105° a 110°c (Wikipedia, 2021)

El conocimiento del contenido de agua de los suelos que son empleados para las mejoras de las bases de vías afirmadas, es muy importante puesto que cuando el material de cantera empleada pierde su humedad optima de compactado presentando una escasa lubricación entre las partículas y esto conlleva a que no se llegue a una compactación optima del material base.

Capacidad de soporte (CBR), en torno a la Relación de Soporte California de sus siglas en inglés (California Bearing Ratio: CBR), es un método ampliamente utilizado en obras de ingeniería vial desde su presentación y exposición por los ingenieros Stanton y Porter en el año de 1929 (Osorio Martinez, y otros, 2011). Ensayo establecido por la norma ASTM D1883 para pruebas en laboratorio, este método fue empleado en los Estados Unidos de América para construir sus proyectos aeroportuarios cuando se desarrollaba la segunda guerra mundial (Osorio Martinez, y otros, 2011), la resistencia cortante de los suelos en condiciones controladas de contenido de humedad y su densidad es determinada por el CBR esto en cuanto a su definición (Bowles, 2015 pág. 190). Proporcionando un dato muy importante que es el número CBR, siendo esta la relación que existe entre la carga unitaria ejercida para penetrar una cierta profundidad en una muestra compactada y la carga patrón ejercida para alcanzar la misma profundidad de inserción en un espécimen patrón expresada en porcentaje (Bowles, 2015 pág. 190).

$$\text{CBR} = \text{Carga unitaria de ensayo} \times 100(\%) / \text{Carga unitaria patrón}$$

Habitualmente el número CBR se fundamenta en la carga relacionada para obtener una penetración de 2.5 mm y si para 5 mm de penetración para el valor de CBR es mayor, la prueba se repite no obstante si se sigue teniendo el mismo resultado mayor de 5 mm, para el ensayo tal valor será aceptado (Osorio Martinez, y otros, 2011 pág. 17).

Los resultados obtenidos del número CBR expresado en porcentaje (%) se desarrollan en muestras de suelos compactados bajo condiciones controladas de humedad óptima recabadas del ensayo de Proctor según ASTM D-1557 (ensayo de compactación).

A nivel de la región del Cusco y de todo el Perú el ensayo de CBR es utilizada ampliamente en los proyectos de ingeniería ya sea de inversión pública o privada, Por tal motivo se ha optado desarrollar esta investigación empleando el ensayo de CBR para determinar la capacidad de soporte del material de base de la cantera Sencca al adicionar aditivos.

La expansión, es una propiedad física de los suelos causado por la variación de la humedad que si no se logra controlar pueden causar graves daños en estructuras, la expansión ocurre cuando existe la presencia de arcillas compuesta por silicatos, minerales como caolinitas, illitas y montmorillonitas (Camacho, y otros, 2006 pág. 46).

Existen suelos expansivos en muchas partes del mundo. Que causan problema en las construcciones si no se controlan, la expansión de los suelos está influenciado por muchos factores. Como composición mineral de la arcilla, densidad, relación de huecos, tamaño y espesor del cuerpo de arcilla, para determinar con presión la expansión está relacionada con las propiedades físicas como el contenido de humedad, límites de consistencia, densidad seca, etc. (Kamil, y otros, 2014), para determinar el porcentaje de expansión es muy sencilla basta con dividir la expansión entre la altura de la muestra multiplicada por 100.

$$E\% = \left(\frac{\text{Expansión}}{\text{Altura de la muestra}} \right) \times 100$$

Las especificaciones establecen que los márgenes porcentuales de expansión para los materiales de préstamo son como sigue:

- Sub base menores de 2%
- Bases menores de 1%

Se recomienda realizar los estudios de los ensayos con cuidado y por un profesional experimentado y de acuerdo a las normativas (Badilli, y otros, 2011 pág. 582). Para la investigación se consideró la expansión como propiedad muy importante, puesto que al aplicar los aditivos de Mucilago de Giganton y aditivo Polocarboxilato Fluidizante SR-1000 en el material de cantera Sencca generarán variaciones los cuales serán estudiadas y analizadas con mayor detenimiento.

Densidad húmeda, la densidad de un cuerpo o sustancia en estudio, es la relación de su peso de la misma dividida por su volumen. Para el caso de los suelos para el cálculo de su densidad se consideran los distintos contenidos de humedad (Leoni, 2015).

Cuando a un suelo se le suministra agua para aumentar su humedad la resistencia al esfuerzo cortante en cierto modo es afectado más aun los suelos más

superficiales que no reciben presión para confinar sus partículas (González de Celis, y otros, 2014). En los ensayos de campo y en laboratorio se pueden diferenciar distintas densidades por causa del contenido de húmeda, de allí que se tiene la densidad humedad (γ_h) representada por la ecuación (Leoni, 2015 pág. 77).

$$\gamma_h = \frac{W_t}{V_t} \text{ donde } W_t = W_s + W_w + W_a, \quad V_t = V_s + V_v$$

W_s = Peso de muestra seca-Fase solida

W_w =Peso del agua-Fase liquida

W_a = Peso del contenido de aire-fase gaseosa

W_t = Peso total de la masa de suelo

V_s = Volumen de fase solida

V_w = Volumen de fase liquida

V_a = Volumen de fase gaseosa

V_v = Volumen de Vacíos

V_t = Volumen total

De esta ecuación se extrae que cuando el volumen del contenido de aire es igual a cero se obtendrá la densidad saturada, denotando la siguiente expresión

$$W = W_{sat}$$

$$\gamma_h = \frac{W_s + W_w}{V_s + V_v} \text{ donde } W = \text{Humedad de muestra y } W_{sat} \\ = \text{Humedad de saturacion}$$

Densidad seca, para obtener la densidad seca de un suelo es necesario secar la muestra en un horno de laboratorio a temperaturas de 105°C a 110°C por un tiempo de entre 18 a 24 horas (Leoni, 2015 pág. 76) llegando a obtener la humedad de la muestra igual a cero $w=0$ y por lo tanto el peso del agua también igual a cero $W_a=0$ por lo tanto se deriva la siguiente ecuación.

$$\gamma_h = \frac{W_s}{V_s + V_v}$$

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y Diseño de Investigación

3.1.1. Tipo de Investigación

El presente trabajo de investigación es de **enfoque cuantitativo** donde (Sampieri, y otros, 2018) lo conceptualiza como una secuencia o ruta ordenada vinculando datos numéricos, (p,5). En la presente tesis se aplicarán aditivo natural mucilago de gigantón y aditivo sintético policarboxilato SR -1000 los cuales se manipularán en porcentajes para mejorar las propiedades del material de base de la cantera de Sencca.

El Tipo de **investigación es aplicativa** de acuerdo con (Ñaupas, y otros, 2014), “estudia la causa de hechos y fenómenos con investigaciones básicas y fundamentales valiéndose de ciencias formales donde se formulan problemas e hipótesis de trabajo y dar Beneficio a una determinada población” (p.93). el trabajo de investigación tiene como finalidad aplicar el conocimiento de investigación con respecto a nuevos materiales mejoradores de algunas de las propiedades ya sean mecánicas como físicas del material de base, cumpliendo con una ruta de investigación la cual inicia con planear el proceso de estudio para luego ser ejecutada y finalmente analizar los resultados obtenidos.

3.1.2. Diseño

El diseño de la presente **investigación es experimental** en la cual se manipulan las variables independientes y de acuerdo a su ruta es **cuasiexperimental** (Bernal, 2006) menciona que son medibles antes y después, se comparan para observar su efecto sobre las variables dependientes (p.149) en la presente tesis las variables independientes que son el mucilago de gigantón y aditivo policarboxilato SR -1000 se manipularan en porcentajes de 0%, 0.5%, 2% desarrollando todas las combinaciones posibles entre los aditivos, de los cuales obtendremos distintos resultados en laboratorio para su respectivo análisis.

3.2. Variables, Operacionalización

Las variables son medibles y observables se conceptualiza como una característica o cualidad de la realidad que es susceptible al cambio que puede asumir diferentes valores (Ortiz, 2011).

3.2.1. Variables Independientes (X):

- Aditivo natural mucilago de gigantón.
- Aditivo sintético policarboxilato sr-1000.

Mucilago de gigantón

Su nombre científico es *Trichocereus cuzcoensis* es familia de las cactáceas se toma como referencia el concepto del mucilago de nopal donde lo menciona que es polisacárido de apariencia viscosa y pegajosa y ha sido sujeta a varios estudios (Leon Martinez, y otros, 2011), los Mucilagos naturales sirven como un medio aglutinante al unirse con diferentes productos o insumos mejorando sus características mecánicas en diferentes productos aplicados aumentando mayor resistencia, flexibilidad y trabajabilidad (Marquez, 2019 pág. 33).

Aditivo Policarboxilato fluidizante SR-1000

Estos aditivos tienen la peculiaridad de reducir el agua y de dar una estupenda trabajabilidad a la combinación de agregados, cementos y el agua. Confiriéndole ventajas mecánicas y actuando directamente con los componentes del concreto, como optimizando la cohesión, disminución en la energía de compactación para la reducción de los vacíos, incrementa la resistencia inicial (Z Aditivos, 2020 pág. 1).

3.2.2. Variable Dependiente (Y):

- Mejorar las propiedades del material de base

Es de suma importancia conocer las propiedades físicas y mecánicas del material de base tanto como el comportamiento de los materiales térreos y aglomerados donde se ejecutarán los cimientos de cualquier nivel de proyectos, por lo tanto, el análisis de la granulometría, límite líquido, límite plástico y el índice de plasticidad son los indicadores que gracias a ello se puede predecir con certeza y la seguridad cómo será el comportamiento de los materiales analizados. En el proceso de compactación de materiales térreos en la ejecución de obras, son modificadas tanto como la densidad máxima y el contenido óptimo de humedad del material base para alcanzar su mayor resistencia esto gracias al ensayo de CBR (Fernandez, 2017).

❖ Matriz operacionalización Variables ver anexo N°02

3.3. Población, Muestra y Muestreo

3.3.1. Población

La población según (Ñaupas, y otros, 2014), es un “conjunto de eventos en los que se desea estudiar con diversas técnicas que es motivo de investigación” (p.246). En el trabajo de investigación La población es la cantera de Sencca de la ciudad del Cusco.

3.3.2. Muestra

La muestra se conceptualiza según (Bernal, 2006) es una cantidad mínima de la población de estudio de la cual se escoge para su análisis y medición, mediante la observación que será objeto de estudio (p.166.). La muestra está constituida por los siguientes criterios:

- Dosificación de aditivo natural de 0%, 0.5%, y 2% de mucilago de gigantón.
- Dosificación de aditivo sintético de 0%, 0.5%, y 2% de Aditivo Policarboxilato fluidizante SR-1000
- Combinaciones de todas las posibles relaciones entre los aditivos, natural y sintético: mucilago de gigantón y Policarboxilato fluidizante SR-1000 respectivamente

Obteniéndose luego de las combinaciones 27 muestras que se detallan en la tabla 1.

Tabla 1

Muestras

	Diseños de 0%, 0.5%, y 2% de mucilago de gigantón y aditivo poli carboxilato	Muestras (3)	Total, de muestra
Resistencia CBR sumergido	9	3	27
Ensayo de expansión			
Densidad seca			
Densidad humedad			
Total, de muestras			27

Fuente: Elaboración Propia

Para calcular el tamaño de la muestra se selecciona 27 muestras para un mayor análisis de los datos del total de la población.

3.3.3. Muestreo

para Sampieri el concepto de muestreo son datos que se medirán para luego ser analizados y caracterizados (Sampieri, y otros, 2018 pág. 198) para la investigación la técnica de muestreo es **no probalístico** está basado en las combinaciones de las variables para obtener las distintas posibilidades de mejora del material de base por criterio del investigar y por juicio de expertos, de acuerdo a su ruta el muestreo es por conveniencia, el tamaño de la muestra es 27 ensayos de muestras de los cuales se tiene 9 combinaciones en relación a su diseño de 0%, 0.5%, y 2% de mucilago de gigantón y aditivo policarboxilato.

Estas combinaciones o diseño se realizan cuando no se conocen los efectos de las sustancias, se estudian mediante un diseño experimental y con el apoyo de juicio de expertos, para el desarrollo de la investigación se elaboran 9 diseños donde se detallarán en la siguiente tabla 2.

Tabla 2

Diseños según porcentaje de 0%, 0.5%, 2%

Diseños según porcentaje de 0%, 0.5%, 2%		
Nombre	Mucilago de gigantón (%)	Policarboxilato fluidizante SR-1000 (%)
D1	0	0
D2	2	0
D3	0.5	0
D4	0	2
D5	2	2
D6	0.5	2
D7	2	0.5
D8	0	0.5
D9	0.5	0.5

Fuente: Elaboración Propia

3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

3.4.1. Técnica de Recolección de Datos

la técnica de recolección de datos según (Ñaupas, y otros, 2014) es una variedad de procedimientos y herramientas para recopilar los datos e informaciones para dar cumplimiento al objetivo de la investigación (p. 201). Las técnicas utilizadas en la investigación para el proceso de recolección de datos son: **observación** directa y análisis antecedentes documentarios.

3.4.2. Los Instrumentos de Recolección de Datos

Los instrumentos o medición de recolección de datos según (Hurtado, 2000) son recursos que permiten obtener, registrar información al investigador según sus variables de forma confiable y objetiva (p. 427). En el trabajo de investigación se utilizó las **fichas técnicas** que nos ayudó a describir y registrar los datos obtenidos de los ensayos de acuerdo a la norma y procedimiento, las fichas de recolección de datos para su aplicación fueron evaluadas por expertos los cuales dieron su aprobación.

- Ficha técnica N° 1 **Resistencia CBR y Expansión** (ver en anexo N°03)
- Ficha técnica N° 2 **Densidad Húmeda y Densidad Seca** (ver en anexo N°03)

3.4.3. La Valides de los Instrumentos

Son parámetros en el proceso o ejecución de los ensayos a partir de resultados obtenidos desde el momento de obtener resultados teniendo una idea clara de las variables (Bernal, 2006 pág. 214). La validación de los instrumentos es revisada por **juicio de expertos** y firmados, los profesionales son especialistas en relación con nuestra investigación para garantizar la confiabilidad de las fichas técnicas para que los resultados tengan mayor confiabilidad.

- Experto 01 ing. Sergio Iván Liendo Vargas, CIP 65074 (ver en anexo N°03)
- Experto 02 ing. Ebert Vara Licon, CIP 39144 (ver en anexo N°03)
- Experto 03 ing. Itala Oros Cabrera, CIP 76600 (ver en anexo N°03)

3.4.4. La Confiabilidad de los Instrumentos

Es la capacidad de los instrumentos arrojar medidas seguras y confiables una y otra vez obteniendo resultados similares o iguales en el proceso de ejecución de los ensayos (Bernal, 2006 pág. 214). Por lo tanto, para nuestro trabajo de investigación se cuenta con la certificación de calibración de los instrumentos utilizados en laboratorio como:

- **Certificado de calibración** N^a LFP-545-2020 equipo ANILLO DE CARGA PARA PRENSA CBR, ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados por INACAL. (Ver anexo N°04).
- **Certificado de calibración** N^a LM-719-2020 Instrumento de medición BALANZA. (Ver anexo N°04).

3.5. Procedimientos

Desarrollo de la investigación

Etapas 01: Acopio de materiales

- Extracción del material de base de la cantera de Sencca-cusco
 - A. Ubicación
 - B. Accesibilidad
 - C. Cantera de Sencca
 - D. Equipos para su extracción del material de base de la cantera de Sencca
 - E. Extracción directa del material de base
- Extracción del cactus de gigantón
 - A. Ubicación y localización
 - B. Accesibilidad
 - C. Equipos y materiales para su extracción del gigantón
 - D. Procedimiento de la extracción del gigantón
- Adquisición del aditivo Policarboxilato fluidizante SR-1000

Etapas 02: Elaboración del mucilago de gigantón

- A. Equipos y materiales
- B. Procedimientos

Etapas 03: Densidad relativa del mucilago de gigante utilizando el método del picnómetro en laboratorio

- A. Materiales
- B. Procedimiento
- C. Resultados

Etapas 04: Ensayo contenido de humedad natural

Etapas 05: Ensayo de Granulometría

Etapas 06: Límites de consistencia

Etapas 07: Ensayo de Proctor modificado

Etapas 08: caracterización del suelo de la cantera de Sencca

Etapas 09: Ensayo de soporte CBR

- A. Diseño y Dosificación
- B. Compactación
- C. Inmersión en agua
- D. Penetración en prensa CBR

Etapas 10: Obtención de resultados

3.6. Método de Análisis de Datos

Según Sampieri el análisis de datos son modelos estadísticos que representan la realidad y se emplean métodos para establecer confiabilidad de los resultados (p.310) Los resultados obtenidos de los diferentes ensayos realizados en laboratorio para nuestra investigación serán evaluados a través de gráficos y cuadros **estadísticos descriptivos** con el apoyo del Microsoft Excel 2010.

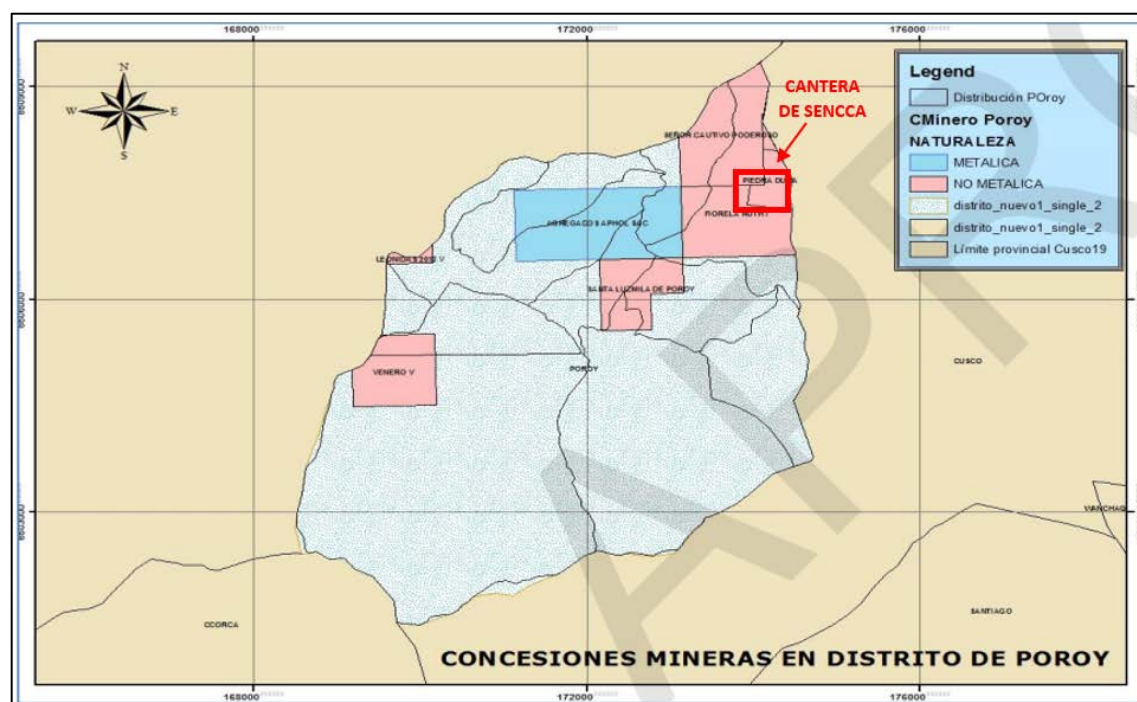
3.7. Aspectos Éticos

Al escoger el tema de investigación elegimos trabajar con productos que estén en nuestro medio, valorar y conocer dándole un valor agregado con la combinación de productos contemporáneos que se emplean en el sector de la construcción, el mucilago de gigantón es un producto ancestral que nuestros antepasados lo utilizaban en la época incaica. por todo lo mencionado el presente

trabajo de investigación se elaboró con principios éticos respetando los derechos de autor de las diversas fuentes consultadas. los datos obtenidos de laboratorios se realizaron con veracidad y bajo las normas establecidas, también se cumple con la herramienta web turnitin para su verificación y originalidad de nuestro trabajo de investigación.

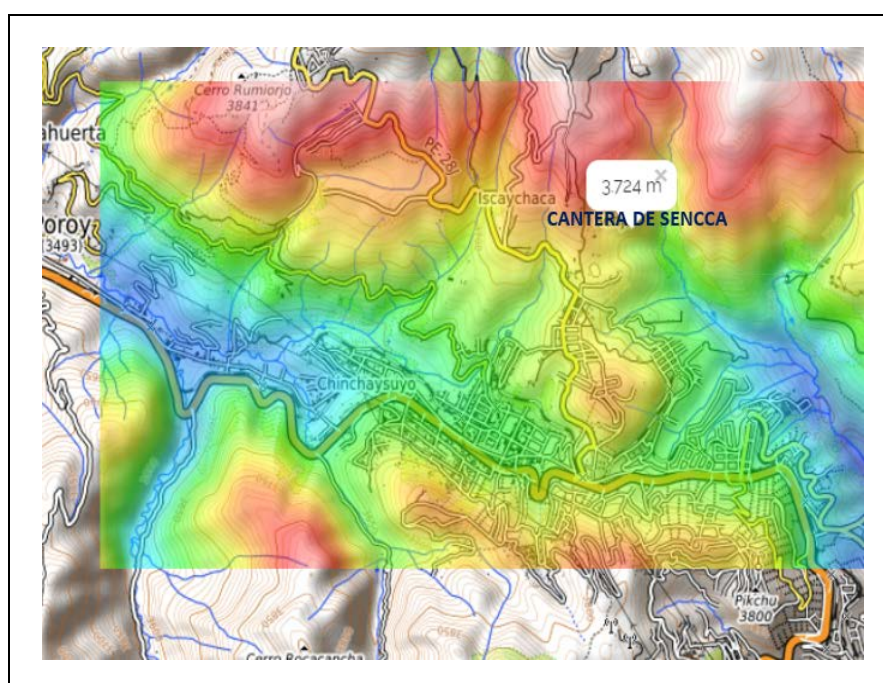
IV. RESULTADO

Figura 7. Concesiones mineras del distrito de Poroy



Fuente: Plan de desarrollo urbano Cusco al 2023 (Municipalidad Provincial del Cusco)

Figura 8. Mapa Altitudinal Topografiaca

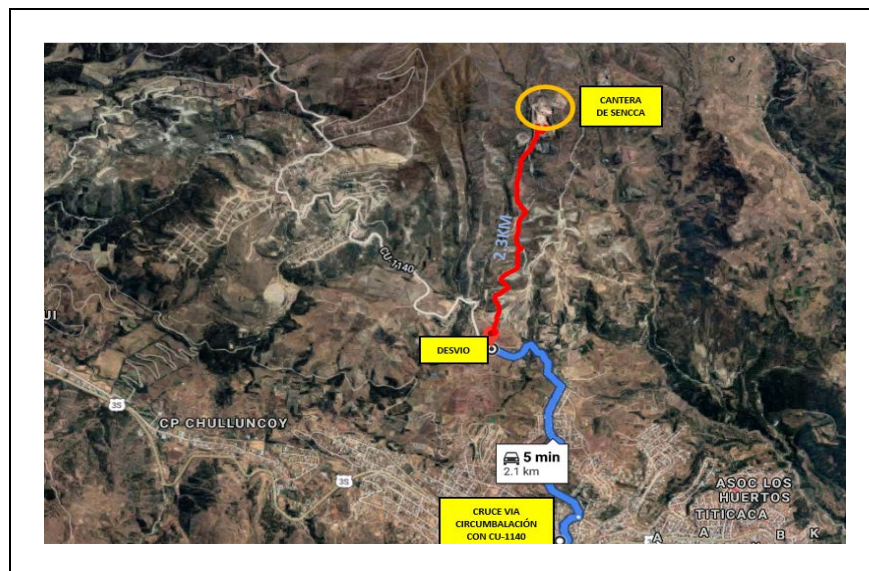


Fuente: <https://es-pe.topographic-map.com>

B. Accesibilidad

Para llegar a la cantera de Sencca, partimos de la intersección entre la carretera Cusco-Urubamba (circunvalación) y la vía de código único CU-1140 que está a nivel de afirmado a partir de este punto continuamos con rumbo Norte en la carretera de CU-1140 y llegaremos al desvío que lleva a la cantera en mención ubicada a 2.1 km del punto de partida. A partir del último punto de partida recorreremos 2.3 km con rumbo Noreste hasta llegar a la cantera mencionada ver (figura 9).

Figura 9. Ubicación de cantera Sencca



Fuente: Elaboración Propia

C. Cantera de Sencca

La cantera de Sencca, es una cantera ampliamente estudiada y muy conocida por sus cualidades de depósitos de roca caliza y cuarcítica fracturados y de gran resistencia con buena gradación que incluye gravilla, arena gruesa, media y formas angulosas, Estos materiales son de excelente calidad han sido explotados para pavimentaciones en los últimos años ver figura 10.

Figura 10. *Vista panorámica de la cantera Sencca*



Fuente: Elaboración Propia

D. Equipos para su extracción del material de base de la cantera de Sencca

Los equipos utilizados para su extracción del material de base de la cantera de Sencca es un pico, saquillo, guantes, pala, y con los equipos de protección personal. (ver figura 11).

E. Extracción directa del material de base

En este proceso se selecciona la muestra para su análisis respectivo en total se selecciona 400kg aproximadamente su extracción del material de base de la cantera de Sencca es por conveniencia por la gran magnitud de la población. (ver figura 12).

Figura 11. *Equipos para su extracción del material de base de la cantera de Sencca*



Figura 12. *Extracción directa del material de base*



Fuente: Elaboración propia

4.1.1.2. Extracción del cactus de gigantón.

A. Ubicación y localización

La extracción del *Trichocereus cuzcoensis* comúnmente conocido como gigantón la zona de donde se extrajo el gigantón de su estado natural como materia primara para obtener el mucilago del propio gigantón, está ubicada en el centro poblado de Tankarpata del distrito de San Sebastián provincia del cusco como referencia a 3 km del aeropuerto Alejandro Velasco Astete de la ciudad del cusco, en esta zona de la ciudad y en otros lugares de los alrededores podemos encontrar fácilmente el cactus del gigantón a altitudes de entre 3310 m.s.n.m. a 3353 m.s.n.m. su clima favorece a su desarrollo y crecimiento de este cactus. Ver mapa N°04.

Figura 13. Mapa altitudinal topográfica



Fuente: <https://es-pe.topographic-map.com>

B. Accesibilidad

El centro poblado de Tankarpata que forma parte de la cuenca del río Huatanay lugar de donde se extrajo las plantas de gigantón está localizada a 2.1 km de la Av. Velasco Astete, para llegar a esta zona se parte del paradero Quiosco de la Av. Velasco Astete y se toma el rumbo Suroeste cruzando la vía férrea Cusco-Puno hasta llegar a la zona de extracción del cactus, a la fecha es accesible para medios de transporte como vehículos particulares y taxis zonales.

C. Equipos y materiales para su extracción del gigantón



Para realizar su extracción del gigantón se utilizó distintos materiales y equipos como: Machete Saquillo, cuchillo, equipos de protección personal: chaleco, tapaboca, Lentes de protección, Guantes de cuero, zapato de seguridad.

D. Procedimiento de la extracción del gigantón

La extracción del gigantón se inicia con la selección del gigantón (ver figura 14 y 15) observando su madurez para luego cortar con los equipos donde lo apreciaremos en las diferentes imágenes a continuación.

Figura 14. Selección del gigantón	Figura 15. Se seleccionó observando su madurez y de las plantas para luego cortarlos con un machete.
	

Fuente: Elaboración Propia

Figura 16. Materiales	Figura 17. Eliminación de las espinas del gigantón proceso que se realiza con guantes y cuchillo para facilitar su manipulación y traslado del gigantón.
	

Fuente: Elaboración Propia

4.1.1.3. Adquisición del aditivo Policarboxilato fluidizante SR-1000

Se realizó la compra mediante un proceso de pedido a la ciudad de Lima razón por lo cual se requiere con anticipación no es un producto que se encuentra en nuestro medio. Es un aditivo superplastificante a base de policarboxilato con especificaciones ASTM C 494 tipo A, F no es tóxico y no es inflamable sus usos son reductores de agua, reductor de vacíos ver figura 18 y 19

Figura 18. Adquisición del aditivo Policarboxilato fluidizante SR-1000



Figura 19. Características técnicas.



Fuente: Elaboración Propia

4.1.2. Etapa 02: Extracción del mucilago de gigantón

A. Equipos y materiales

Para la extracción del mucilago de gigantón se requiere cuchillo, balde, jarra, plato, balanza, pocillo, gigantón, agua.

B. Procedimientos

Figura 20. Picado de gigantón en estado fresco aprox. 1x1 cm para sacar mayor cantidad de gel del cactus.

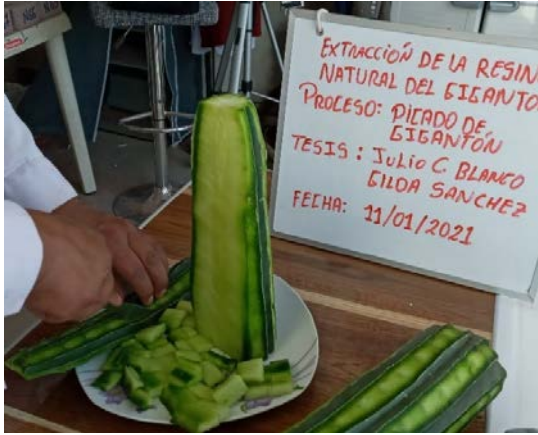


Figura 21. Pesado del gigantón para obtener una concentración del mucilago en relación en peso 1:3 agua-gigantón.



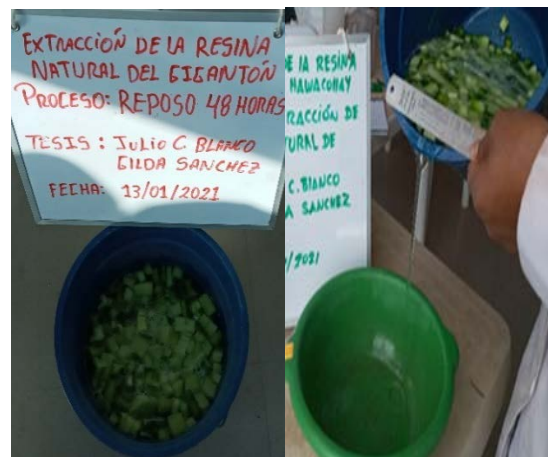
Fuente: Elaboración propia

(Díaz Blanco, y otros, 2019) en su artículo mencionan que diseñaron 3 concentraciones con una relación de nopal por similitud de estos productos se tomó como referencia para nuestra dosificación de gigantón-agua de 1-1, 1-2, 1-3 en la conclusión los valores más altos de resistencia a la compresión fue la relación 1-3 por lo tanto se toma como referencia para la extracción del mucilago de gigantón la dosificación para nuestra investigación de gigantón-agua 1-3, y se dejó macerar por 48 horas. Ver figura 22 y 23.

Figura 22. Dosificación del mucilago de gigantón



Figura 23. Reposo de 48 horas del gigantón.



Fuente: Elaboración Propia

4.1.3. Etapa 03: Densidad relativa del mucilago de gigante utilizando el método del picnómetro en laboratorio

Para la investigación del presente trabajo se utilizó el método del picnómetro es un procedimiento experimental muy sencillo para la determinación de la densidad de un líquido en este caso determinaremos la densidad del mucilago de gigantón con el picnómetro, con la finalidad de conocer la densidad del aditivo natural empleado en los ensayos, este procedimiento se realiza según la norma ASTM-D-854

A. Materiales y Equipos

Picnómetro, Balanza analítica. Mucilago de gigantón, Agua destilada como líquido de referencia. Ver figura 24.

B. Procedimiento

Se inicia con el pesado de picnómetro con Agua destilada como referencia teniendo cuidado que no queden burbujas luego y quede completamente lleno y al final se seca el exterior del picnómetro para luego pesarlo en la balanza y se anota el valor de la masa. En la figura 25 se observa el llenado de mucilago de gigantón en el picnómetro evitando que exista burbujas se coloca la tapa con cuidado y secado del exterior del picnómetro para luego pesarlo en la balanza y se anota el valor de la masa para determinar su densidad de la resina, ver figura 25 (Universitat Leipzig, 2018).

Figura 24. Pesado del picnómetro con agua destilada para anotar su peso



Figura 25. Llenado y pesado del picnómetro con mucilago de gigantón para anotar su peso



Fuente: Elaboración Propia

C. Resultados

$$P. \text{ zumo} = \frac{M. \text{ zumo}}{V. \text{ picnometro}}$$

$$V. \text{ picnometro} = \frac{M. \text{ agua}}{P. \text{ agua}}$$

$$V. \text{ picnometro} = \frac{M. \text{ pignometro} + \text{agua} - M. \text{ pignometro}}{P. \text{ agua}}$$

$$P. \text{ zumo} = \frac{M. \text{ pignometro} + \text{zumo} - M. \text{ pignometro}}{V. \text{ pignometro}}$$

$$P. \text{ zumo} = \frac{M. \text{ pignometro} + \text{zumo} - M. \text{ pignometro}}{\frac{M. \text{ pignometro} + \text{agua} - M. \text{ pignometro}}{P. \text{ agua}}}$$

$$P. \text{ zumo} = \frac{M. \text{ pignometro} + \text{giganton} - M. \text{ pignometro}}{M. \text{ pignometro} + \text{agua destilada} - M. \text{ pignometro}} * P. \text{ agua}$$

$$\text{Densidad de M. Giganton} = \frac{1434.2 - 427.2}{1432.9 - 427.2} * \frac{1g}{cm^3} = 1.0013g/cm^3$$

4.1.4. Etapa 04: Contenido de Humedad Natural

para obtener las características físicas y mecánicas de la cantera de Sencca se desarrolló en laboratorio de mecánica de suelos bajo estrictos controles de procedimientos según las normativas por lo tanto el material extraído de la cantera de Sencca presenta un contenido de humedad natural para obtener nos basamos en la norma ASTM D-2216 Y MTC E-108 por lo cual se tomaron 2 muestras del material en capsulas codificadas y pesadas para luego llevarlas al horno por un periodo de 24 horas, pasada este tiempo se volvieron a pesar las muestras y se registraron los datos resultando un promedio de 34.82% de la humedad natural del suelo ver tabla 3.

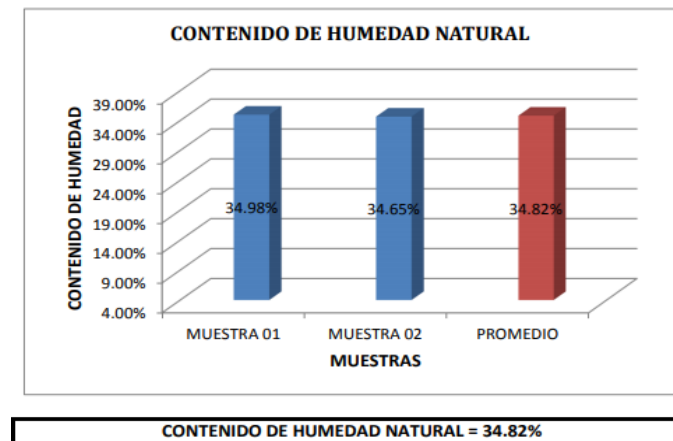
Tabla 3

Registro de datos obtenidos en laboratorio para obtener Humedad Natural

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02
Peso de Capsula (gr)	18.99	17.36
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	111.87	136.65
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	87.80	105.95
Peso del Agua (gr)	24.07	30.70
Peso de la Muestra Seca (gr)	68.81	88.59
Contenido de Humedad	34.98%	34.65%

Fuente: Elaboración Propia

Figura 26. Contenido de Humedad Natural



Fuente: Elaboración Propia

4.1.5. Etapa 05: Ensayo de Granulometría

El ensayo de granulometría está basado en las normas ASTM D-422, AASHTO T-88 y MTC E-107 se tiene 2388.95 g para luego ser lavado y secado después del proceso se obtienen 2110.54 g el material resultante fue pasado por los tamices de 4", 3", 2", 1 ½", 1", ¾", 3/8", N°4, N°10, N°20, N°40, N°60, N°140, N°200 y por último la base (Cazuela) obteniendo cantidades de material retenidos en cada uno de los tamices y fueron pesados en balanzas electrónicas como se muestra en la tabla 4.

Tabla 4

Tabla de resultados de ensayo granulométrico por tamizado

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO EN FRACCIÓN LAVADA	CORRECCIÓN EN FRACCIÓN LAVADA	% RETENIDO CORREGIDO EN FRACCIÓN LAVADA	% RETENIDO CORREGIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
4"	100	0.00	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
3"	75	0.00	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
2"	50	0.00	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
1½"	37.5	0.00	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
1"	25	116.55	5.52%	-0.01%	5.52%	4.87%	4.87%	95.13%
¾"	19	47.55	2.25%	0.00%	2.25%	1.99%	6.86%	93.14%
3/8"	9.5	307.74	14.58%	-0.02%	14.57%	12.87%	19.73%	80.27%
N° 4	4.75	527.32	24.99%	-0.03%	24.96%	22.05%	41.78%	58.22%
N° 10	2	502.35	23.80%	-0.03%	23.78%	21.01%	62.79%	37.21%
N° 20	0.850	337.22	15.98%	-0.02%	15.96%	14.10%	76.89%	23.11%
N° 40	0.425	145.98	6.92%	-0.01%	6.91%	6.10%	82.99%	17.01%
N° 60	0.250	60.70	2.88%	0.00%	2.87%	2.54%	85.53%	14.47%
N° 140	0.106	51.94	2.46%	0.00%	2.46%	2.17%	87.70%	12.30%
N° 200	0.075	14.56	0.69%	0.00%	0.69%	0.61%	88.31%	11.69%
Cazuela	-	0.89	0.04%	0.00%	0.04%	0.04%	88.35%	-
Lavado	-	278.41	-	-	-	11.65%	100.00%	-
Fracción Retenida en Lavado		2112.80	100.11%	-0.11%	100.00%	88.35%		
Total		2391.21	%Error = -0.11% Ok!		-	100.00%		

Fuente: Elaboración Propia

Figura 27. Material resultante del proceso de tamizado



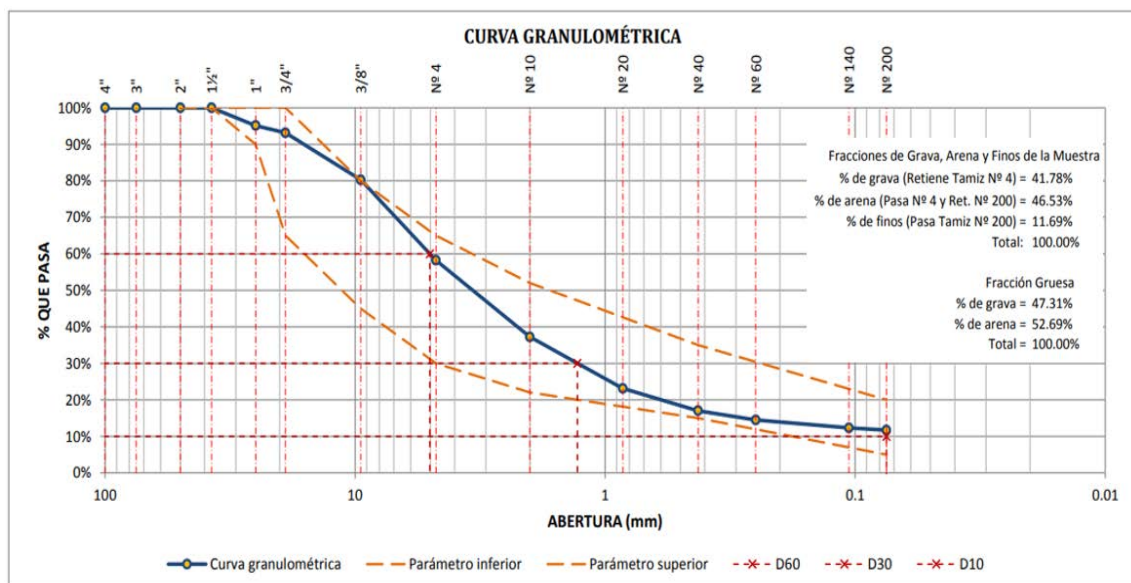
Figura 28. Disposición de material para los ensayos de CBR



Fuente: Elaboración Propia

Los datos de la tabla 04 sirvieron para graficar la curva granulométrica en la hoja semilogarítmica del cual se analiza los porcentajes de gruesos del tamiz N° 4" al tamiz de 3/8" y finos del tamiz N°4 al N°200. ver figura 29.

Figura 29. Curva granulométrica por tamizado



Fuente: Elaboración Propia

4.1.6. Etapa 06: Límites de Consistencia

En el caso de los límites de consistencia que son el límite líquido (LL) y límite plástico (LP) se desarrollaron al igual que el ensayo de granulometría bajo los estándares nacionales e internacionales que están regidas por las normas MTC E-110, ASTM D-4318, AASHTO T-89 en el caso del (LL) lo mismo para el (LP) MTC E-111, ASTM D-4318 Y AASHTO T-90. El procedimiento ya conocido y ampliamente utilizado en los laboratorios de mecánica de suelos es el método del Ing. Arthur Casagrande empleando su instrumento (cuchara de Casagrande) creado en 1932, ver figura 31 para el caso de límite líquido, que consiste en generar una masa de suelo fino seco pasada por el tamiz N°40 y agregando cantidades de agua necesarias hasta lograr que la masa de suelo sea trabajable y con una consistencia pastosa, logrado esta masa se colocó en el instrumento de Casagrande nivelando con una espátula metálica y enseguida con el instrumento ranurador se ejecuta un corte en el medio de la masa para luego dar golpes con la manivela hasta lograr unir el corte que se ejecutó en la masa. En este caso se desarrollaron cuatro ensayos con variaciones de golpes que fueron de 45, 38, 31 y 24 y de cada una de estos ensayos se tomaron muestras en capsulas que luego fueron llevados al horno por un periodo de 24 horas, pasado este tiempo se vuelve a pesar la muestra seca, de este proceso para el (LL) se obtuvo los siguientes datos. Ver tabla 5.

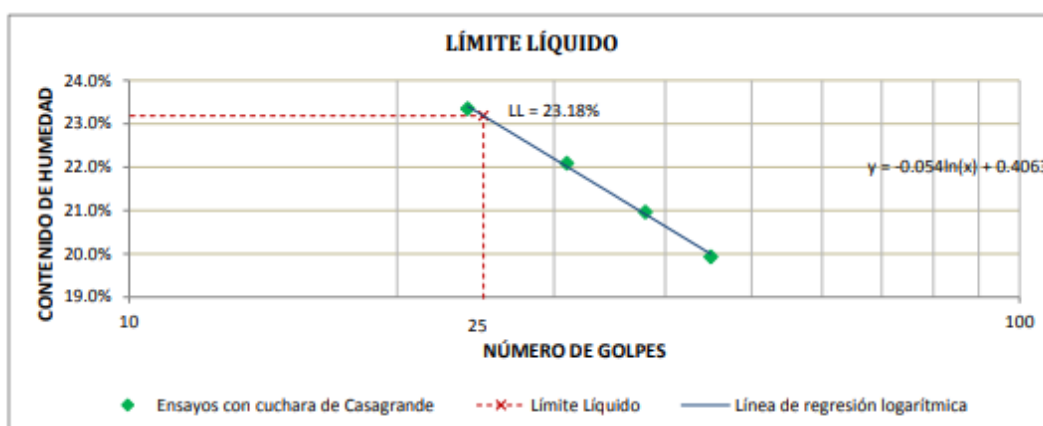
Tabla 5

Tabla de análisis de limite liquido (LL) MTC E 110, basado en la norma ASTM D-4318, AASHTO T-89.

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	MUESTRA 04
Número de Golpes	45	38	31	24
Peso de Capsula (gr)	9.54	9.27	8.93	9.26
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	29.58	27.62	29.77	31.45
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	26.25	24.44	26.00	27.25
Peso del Agua (gr)	3.33	3.18	3.77	4.20
Peso de la Muestra Seca (gr)	16.71	15.17	17.07	17.99
Contenido de Humedad	19.93%	20.96%	22.09%	23.35%

Fuente: Elaboración Propia

Figura 30. Límite líquido



Fuente: Elaboración Propia

Figura 31. Equipo-Cuchara de Casagrande



Figura 32. Proceso de ensayo del Límite Líquido y Límite Plástico



Fuente: Elaboración propia

La misma masa de suelo fino se manipula para el análisis de LL también es utilizada para el LP pero con un proceso muy distinto, para ello se desarrollaron pequeños rollitos con la yema de los dedos apoyados sobre una superficie plana de tal manera que cada uno de los rollitos no superen los 3mm y que llegue al punto de querer fragmentarse, luego los rollitos se colocaron en una capsula y pesadas para luego ponerlas en el horno por 24 horas, al cumplir este tiempo las muestras se saca del horno y se pesaron por segunda vez, de este proceso se obtuvieron apuntes que sirvieron para analizar el comportamiento del suelo ver tabla 06.

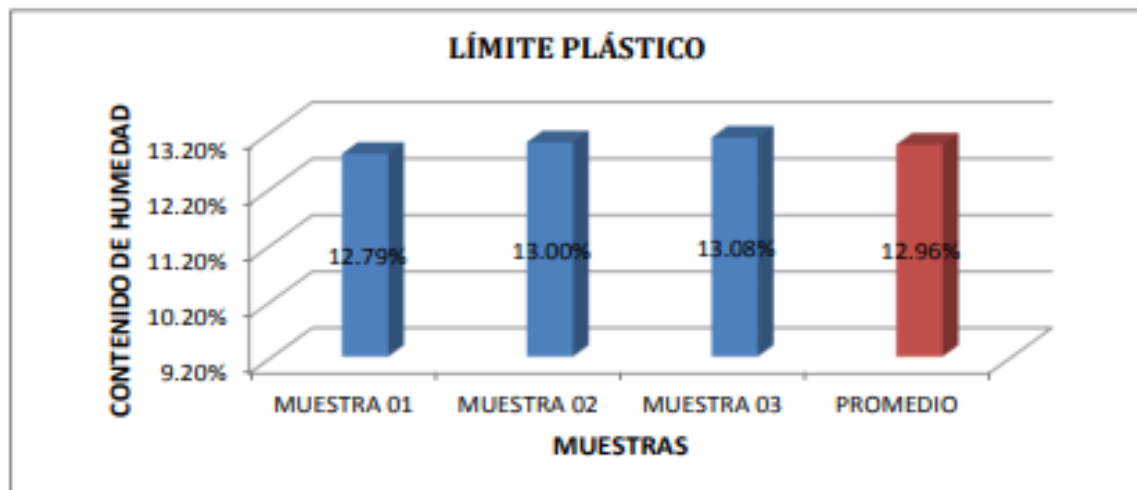
Tabla 6

Análisis de límite plástico (LP)

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Peso de Capsula (gr)	9.04	8.11	8.03
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	12.39	16.63	17.02
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	12.01	15.65	15.98
Peso del Agua (gr)	0.38	0.98	1.04
Peso de la Muestra Seca (gr)	2.97	7.54	7.95
Contenido de Humedad	12.79%	13.00%	13.08%

Fuente: Elaboración Propia

Figura 33. Límite Plástico



Fuente: Elaboración Propia

De los ensayos ejecutados como granulometría LL y LP se muestra un resumen en la tabla 7 el cual nos servirá para clasificar el suelo según los sistemas de clasificación como es la AASHTO M-145 y la SUCS ASTM D-2487.

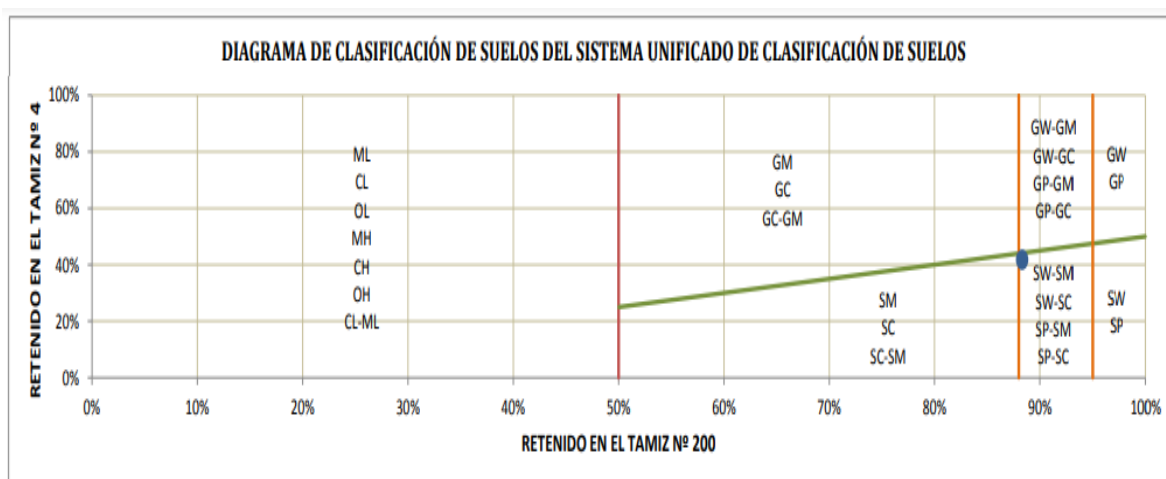
Tabla 7

Resumen de los ensayos

DATOS PARA CLASIFICACIÓN
De Granulometría
% de Gruesos = 88.31%
% de Finos = 11.69%
Total = 100.00%
% de Grava = 41.78%
% de Arena = 46.53%
Total = 88.31%
Fracción Gruesa
% de Grava = 47.31%
% de Arena = 52.69%
Total = 100.00%
Coefficientes
Cu = 66.98
Cc = 4.423
De Límites de Consistencia
LL = 23.18%
LP = 12.96%
IP = 10.22%
Otros Datos
Tipo = Inorgánico

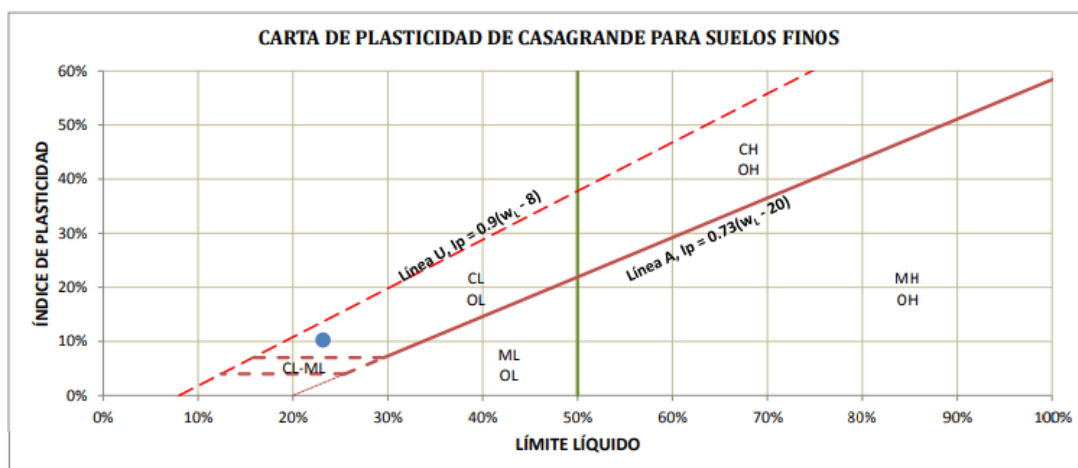
Fuente: Elaboración propia

Figura 34. Clasificación de suelos



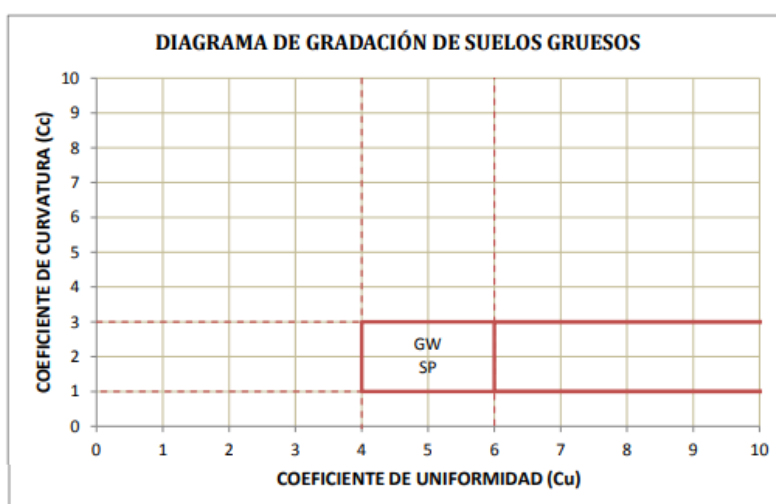
Fuente: Elaboración Propia

Figura 35. Clasificación de suelos para suelos finos



Fuente: Elaboración propia

Figura 36. Clasificación de suelos para suelos gruesos



Fuente: Elaboración propia

Según los diagramas y gráficos en función al sistema SUCS se tiene un suelo con arenas mal graduadas compuestas con arcillas y gravosas (SP- SC).

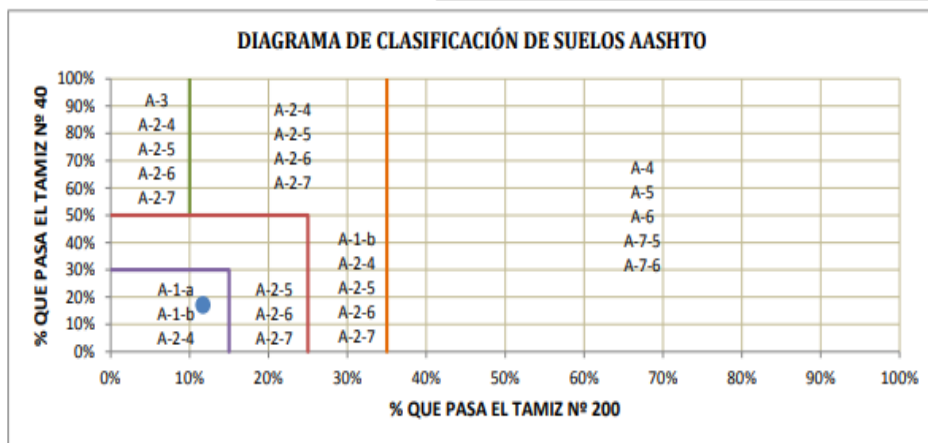
Tabla 8

Clasificación

DATOS PARA CLASIFICACIÓN		
De Granulometría	De Límites de Consistencia	Otros Datos
% que pasa el tamiz N° 10 = 37.21%	LL = 23.18%	Tipo = Inorgánico
% que pasa el tamiz N° 40 = 17.01%	LP = 12.96%	
% que pasa el tamiz N° 200 = 11.69%	IP = 10.22%	

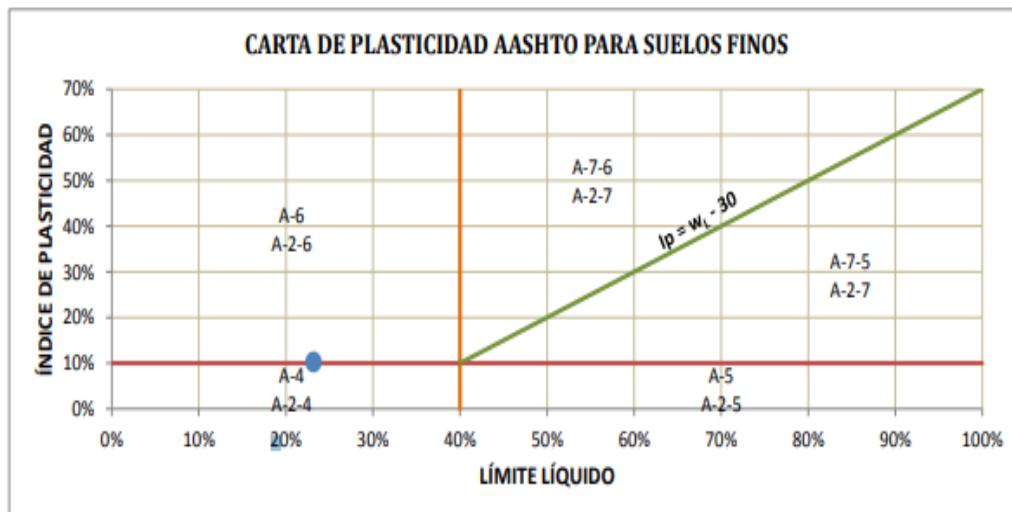
Fuente: Elaboración Propia

Figura 37. Clasificación de suelos según AASHTO



Fuente: Elaboración Propia

Figura 38. Carta de Plasticidad AASHTO Para suelos finos



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 9

Índice de grupo

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE GRUPO	
F = 11.69	F = Porcentaje de partículas sólidas que pasan el tamiz Nº 200
w _L = 23.18	w _L = Límite líquido
I _p = 10.22	I _p = Índice de plasticidad

a = F - 35	a = -23.31	a = 0.00
b = F - 15	b = -3.31	b = 0.00
c = w _L - 40	c = -16.82	c = 0.00
d = I _p - 10	d = 0.22	d = 0.22

$$IG = 0.2a + 0.005ac + 0.01bd$$

$$IG = 0$$

A-2-6 (0) = Materiales granulares con partículas finas arcillosas

Fuente: Elaboración Propia

4.1.7. Etapa 07: Ensayo de Proctor Modificado

El ensayo de Proctor modificado está basado en la norma peruana MTC E-115 y normas internacionales ASTM D- 1557, AASHTO T-180. De los cuales existen 3 métodos de compactación A, B y C para realizar el ensayo de Proctor modificado donde todas las especificaciones se encuentran en la tabla 10.

Tabla para la elección del método de Proctor modificado

Tabla 10

Tabla para la elección del método de Proctor modificado

MÉTODOS PARA EL ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO			
MÉTODO	A	B	C
MOLDE	4"	4"	6" 4"
MATERIAL	Se emplea el material que pasa el tamiz N°4	Se emplea el material que pasa el tamiz 3/8"	Se emplea el material que pasa el tamiz 3/4"
N°DE CAPAS	5	5	5
GOLPES / CAPA	25	25	56
PESO	2.7 kg	2.7 kg	6.0kg
USO	Cuando el 20% del material o menos es retenido en el tamiz N°4	Cuando más del 20% del material retenido en el tamiz N°4 y 20 % del material o menos es retenido en el tamiz 3/8"	Cuando más del 20% del material es retenido en el tamiz 3/8" y menos del 30 % del material es retenido en el tamiz 3/4"
	Retenido en Tamiz N°4 ≤ 20%	Retenido en Tamiz N°4 >20% y Retenido en Tamiz 3/8" ≤ 20%	Retenido en Tamiz 3/8" > 20% y Retenido en Tamiz 3/4" < 30%
PESO PARA EL ENSAYO DE PESO ESPECÍFICO: 500 gr			

Fuente: Elaboración Propia

Con respecto a nuestros resultados del ensayo se obtuvieron datos granulométricos del material tamizado que, al ser pesados, el material retenido en los tamices ¾", 3/8" y tamiz N°4 fueron: 6.87%, 19.76% y 41.84% respectivamente, de estos resultados según la tabla N°10 al analizar se aprecia que el material retenido en el tamiz N° 4 es mayor al 20% y el material retenido en el tamiz 3/8" es

19.76% aproximadamente 20% por estos datos se eligió por el método de compactación "B". para desarrollar el ensayo de Proctor modificado con la finalidad de obtener el contenido óptimo de humedad, el molde empleado fue de 4" de diámetro con 25 golpes por 5 capas con material de 2700 g resultando 1,129.68 g de material grueso que es el 41.84% del peso total y 1,570.32 g de material fino siendo el 58.16% el resto del material tamizado. Enseguida se consideraron tres puntos con contenidos de humedad al 3%, 5% y 7%.

- La muestra del suelo de cantera seca tamizada y retenida por los tamices de 3/8" y N°4. se mezclan con agua con los porcentajes expresados en gramos para luego homogenizarlas por un tiempo de 1 minuto valiéndose de un recipiente y una espátula.
- Llenado del molde Proctor de 4" previamente pesada y ensamblada las capas aproximadamente 1.36" son aplicadas con energías de compactación de 25 golpes de 5 capas luego se retirar el anillo superior.
- Enrazado: haciendo a un lado el material excedente ver figura 39, previa limpieza del material que pueda haber quedado en el contorno del molde para evitar variaciones en las lecturas al ser pesadas, ver figura 40.
- De las 3 muestras del ensayo Proctor modificado con las variaciones de agua en porcentajes y relaciones con la energía y la densidad se desarrolló un gráfico con las densidades secas expresado en gr/cm^3 alineadas en el eje "x" y el contenido de humedad expresadas en porcentajes (%) alineada en el eje "y".
- Del gráfico: se ubica un punto donde la curva empieza a decrecer y a partir de ahí se traza una línea horizontal y vertical resultando la densidad seca máxima de 2.31gr/cm^3 y un contenido de humedad optima (COH) de 5.79% ver figura 41.

Figura 39. Ensayo de compactación – Proctor modificado de 4"



Figura 40. Pesado de material compactado y molde Proctor modificado



Fuente: Elaboración Propia

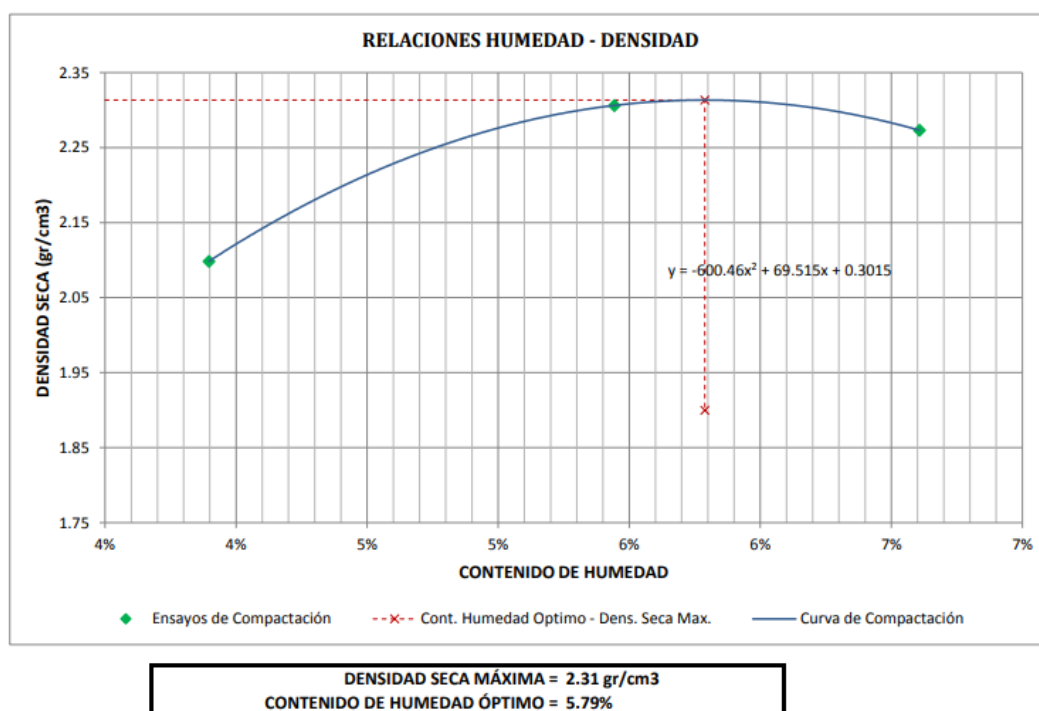
Tabla 11

Tabla de datos preliminares y apuntes de laboratorio del ensayo Proctor

DATOS PRELIMINARES			
Método =	B		
Número de capas =	5		
Número de golpes por capa =	25		
Masa del pisón =	4.54 Kg		
Altura de caída del pisón =	45.72 cm		
DENSIDAD DE LA MUESTRA	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Número de Proctor Utilizado	P-1	P-1	P-1
Diámetro del Molde (cm)	10.16	10.16	10.16
Altura del molde (cm)	11.64	11.64	11.64
Volumen del Molde (cm ³)	943.96	943.96	943.96
Peso del Molde (gr)	3,732.50	3,732.50	3,732.50
Peso del Molde + Muestra Húmeda (gr)	5,790.50	6,028.00	6,020.00
Peso de la Muestra Húmeda (gr)	2058.00	2295.50	2287.50
Peso de la Muestra Seca (gr)	1980.82	2177.00	2145.72
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.10	2.31	2.27
CONTENIDO DE HUMEDAD	Medio	Medio	Medio
Peso de Capsula (gr)	15.72	16.35	19.28
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	105.05	125.22	120.60
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	101.70	119.60	114.32
Peso del Agua (gr)	3.35	5.62	6.28
Peso de la Muestra Seca (gr)	85.98	103.25	95.04
Contenido de Humedad	3.90%	5.44%	6.61%

Fuente: Elaboración Propia

Figura 41. Gráfico densidad seca Vs contenido de humedad



Fuente: Elaboración Propia

4.1.8. Etapa 08: Caracterización del Suelo de la Cantera de Sencca

En la tabla 12 se muestra los resultados del análisis granulométrico analizados según las normas ASTM D-2487 (SUCS) Y AASHTO M-145 obteniendo un suelo de tipo SP-SC Y A-2-6 (0) denominados como Arena mal graduada con arcilla gravosa y Material granular con partículas arcillosas, en la tabla N°14 se muestra los resultados del ensayo de límites de Atterberg, humedad natural y peso específico de gravas resultando como LL= 23.18%, LP=12.96% Y el IP=10.22%. la humedad natural del suelo obtenido es de 34.82% y el peso específico de gravas es de 2.46gr/cm³.

El contenido óptimo de humedad (COH) y la densidad seca máxima obtenidos del ensayo de compactación con energía modificada según las normas AASHTO T-180, ASTM D-1557 Y MTC E-115 se presentan en la tabla N°16, 2.31 gr/cm y COH=3 5.79%. de la tabla Nª 13 de los ensayo de granulometría se obtuvo un índice de grupo igual a cero IG=0 por lo que el material de la cantera de Sencca se clasifica como muy bueno según el Manual de carreteras R.D.N° 10-2014-MTC/14.

Tabla 12

Clasificación de suelo según las normas ASTM D-2487 (SUCS) Y AASHTO M-145

Cantera	Clasificación SUCS ASTM D-2487	Clasificación AASHTO M-145	Índice de grupo (IP)
Sencca	SP-SC	A-2-6 (0)	IP = 0
Nombre de grupo	Arena mal graduada con arcilla y gravosa	Material granular con partículas arcillosas	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 13

Tabla de clasificación de suelos según índice de grupo

Índice de grupo (IG)	Suelo de sub rasante
IG>9	Inadecuado
4>IG>9	Insuficiente
2>IG>4	Regular
1>IG>2	Bueno
0>IG>1	Muy Bueno

Fuente: Manual de carreteras R.D.N° 10-2014-MTC/14

Tabla 14

Límites de Atterberg contenido de humedad natural y peso específico de gravas MTC E 111, ASTM D-4318, AASHTO T-90, MTC E 110, ASTM D-4318 y AASHTO T-89

Cantera	Límite líquido	Límite plástico	Índice de plasticidad (IP)	Humedad natural	Peso específico de gravas
Sencca	23.18%	12.96%	10.22%	34.82%	2.46 gr/cm ³

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 15 se muestra las propiedades del suelo comparados con el índice de plasticidad, el índice de plasticidad de la cantera Sencca fue de 10.22% este valor se encuentra entre 7% y 17%, $7\% < 10.22\% < 17\%$, por lo que se trata de un suelo de mediana plasticidad por contener arcillas y limos.

Tabla 15*Propiedades del suelo en función al Índice de Plasticidad*

IP	Varios	Propiedades del suelo
0	No Plástico	Arena
<7	Baja Plasticidad	Limo
7-17	Plasticidad Media	Arcilla Limo
>17	Alta Plasticidad	Arcilla

Fuente: Revista de investigación de ingeniería civil 2014

Tabla 16*AASHTO T-180, ASTM D-1557 Y MTC E-115*

Cantera	Densidad seca máxima	Contenido óptimo de humedad
Sencca	2.31 gr/cm ³	5.79%

Fuente: Elaboración Propia

4.1.9. Etapa 09: Ensayo de Soporte CBR*A. Diseño y Dosificación*

Para el desarrollo del ensayo de CBR basado en las normas MTC E-132, ASTM D-1883 Y AASHTO T-193, en laboratorio lo primero que se obtuvo es el (COH) del material empleando, el ensayo de compactación con energía modificada obteniendo 5.79% de COH, este porcentaje expresado en gramos que equivale a 318.45 g de agua para cada muestra de 5500 gr de suelo, con estos valores se da inicio el ensayo de CBR en moldes de 6", y se elaboró un diseño experimental con todas las combinaciones posibles con el aditivo natural de mucilago de gigantón, y aditivo sintético policarboxilato fluidizante SR-1000 al 0%, 0.5% y 2%, resultando 9 diseños distintos de 3 muestras considerando las energía de compactación para 55, 25 y 12 golpes teniendo un total de 27 muestras ver tabla 17 (Jolanta Sulewska, 2017).

Tabla 17*Tabla de diseño con combinaciones de las variables dependientes*

Tabla de diseño con combinaciones de las variables dependientes				
N° de diseño	Muestras	N° de golpes	Porcentajes de diseño	
			Mucilago de gigantón (%)	Superplastificante (%)
D1	M-1	55	0	0
	M-2	26	0	0
	M-3	12	0	0
D2	M-1	55	2	0
	M-2	26	2	0
	M-3	12	2	0
D3	M-1	55	0.5	0
	M-2	26	0.5	0
	M-3	12	0.5	0
D4	M-1	55	0	2
	M-2	26	0	2
	M-3	12	0	2
D5	M-1	55	2	2
	M-2	26	2	2
	M-3	12	2	2
D6	M-1	55	0.5	2
	M-2	26	0.5	2
	M-3	12	0.5	2
D7	M-1	55	2	0.5
	M-2	26	2	0.5
	M-3	12	2	0.5
D8	M-1	55	0	0.5
	M-2	26	0	0.5
	M-3	12	0	0.5
D9	M-1	55	0.5	0.5
	M-2	26	0.5	0.5
	M-3	12	0.5	0.5
9	27	Total, de ensayos		

Fuente: Elaboración Propia



Continuando con los ensayos se realiza el secado del material a la intemperie y en fuentes metálicas induciendo calor directo a través de hornillas ver figura 43 y 44, una vez secado por un tiempo de 3 horas el material fue pasado por el tamiz N°4 para separar el fino de los gruesos, resultando 41.78% de material retenido es grueso y el material que paso fue de 58.22% este último considerado como material fino. Los moldes de 6" Para el CBR tienen la capacidad de 5000g a

6000g en el caso nuestro los diseños se experimentaron para muestras de 5500gr para los ensayos se pesaron 2302.85gr de gruesos y 3197.15gr de finos.

<p>Figura 42. <i>Secado de material a la intemperie</i></p> 	<p>Figura 43. <i>Secado de material en Hornillas</i></p> 
--	--

Fuente: Elaboración Propia

Las herramientas utilizadas para el ensayo CBR fueron enrazador, brochas, comba manual, cincel, utensilios metálicos y de plástico, jeringas de 20ml para aplicar las dosis de los aditivos, cronometro, etc. Equipos mecánicos como el molde de Proctor de 6” (figura 44), equipo de penetración (figura 45), equipos electrónicos como balanza de laboratorio de precisión, algo muy importante que se tuvo en cuenta es la ficha técnica para la recolección de datos.

<p>Figura 44. <i>Equipo de molde CBR</i></p> 	<p>Figura 45. <i>Equipo mecánico de penetración CBR</i></p> 
---	---

Fuente: Elaboración Propia

Contando con los materiales y equipos necesarios se tomó el material selecto y seco de 5500g ver figura 46, al cual se le incorporo 307g de agua que es el contenido óptimo de humedad para cada muestra, en el caso de los diseños que no contemplen porcentajes de mucilago de gigantón y aditivo policarboxilato SR-1000 solo se adiciona agua y para el caso de los diseños experimentales que si contemplan la adición de aditivos se restó la cantidad que representa cada porcentaje de cada aditivo incorporado con la finalidad de que no superen los 307 g del COH ver figura 47.

Figura 46. Pesaje de material



Figura 47. Pesado de agua y aditivos



Fuente: Elaboración Propia

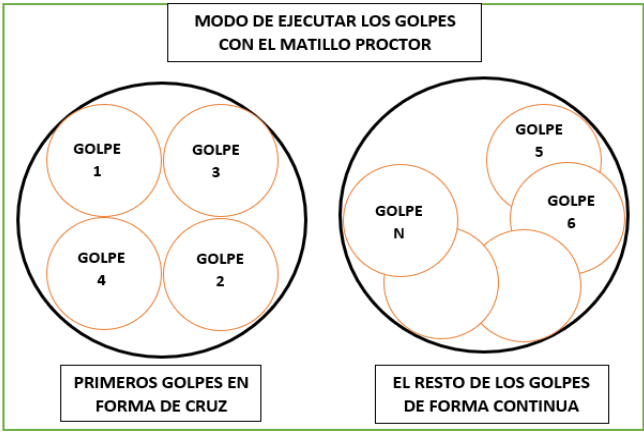
B. Compactación

Contando con las muestras de 5500g de suelos más agua y con la adición de los aditivos de mucilago de gigantón y policarboxilato SR-1000 con sus respectivos porcentajes según la tabla 17.

- En una bandeja metálica se vertió el material dosificado para luego ser batido y/o combinado de tal modo que quede homogenizada, esta mezcla se realizó durante un minuto con la ayuda de una espátula, ver figura 49, se debe tener en cuenta para obtener buenos resultados y tener éxito en los ensayos una sola persona ejecute estos pasos puesto que la frecuencia y fuerza de batido de las muestras pueden variar.
- Se tomaron muestras de las mezclas y se colocó en capsulas para llevar al horno por 24 horas con temperatura de 110 C°.

- Se nivela y separa en 5 partes iguales y se procede a verter en los moldes de CBR previamente ensambladas y pesadas (molde Proctor más placa base) ver figura 50.
- En enseguida son compactadas ver figura 51 cada muestra con energías de 55, 26 y 12 golpes en 5 capas es muy importante ejecutar los primeros golpes en forma de cruz y el resto de los golpes de forma continua ver figura 48, teniendo el suelo compactado se procedió a retirar el collarín superior del molde CBR donde se aprecia exceso de material compacto el cual es retirado.
- Enrazado con una regla metálica ejecutando cortes de forma horizontal ver figura 52.

Figura 48. *Modo de ejecutar los golpes en el ensayo de compactación*



Fuente: Elaboración Propia

Figura 49. <i>Proceso de batido de las muestras dosificadas</i>	Figura 50. <i>Llenado de molde CBR con material mezclado (suelo +agua y aditivos)</i>

Figura 51. Proceso de compactación



Figura 52. Enrase de material excedente



Fuente: Elaboración Propia

C. Inmersión en agua

Una vez retirada los collarines y enrazadas las muestras se retiraron las bases de los moldes y aros espaciadores, para el sumergido en agua se volvió a colocar el molde CBR de forma invertida uniendo la base colocando en parte superior la placa perforada con el vástago y las sobrecargas, luego fueron sumergidos las 27 muestras en los tachos con agua ver figura 54.

Las muestras fueron sumergidas por un tiempo de 96 horas controlados con los diales previamente armadas conjuntamente con los trípodes y fueron monitoreadas desde el momento que la dial marca en cero a partir de este momento las lecturas se dieron a: 1:30 horas, 3 horas, 6 horas y hasta llegar a las 96 horas.

Después de cumplir el proceso de inmersión las muestras son extraídas de las bateas ver figura 55, y secadas se retira las sobrecargas con el dial anclado al trípode figura 53 para luego ser pesado y verificar cuanto fue el agua absorbida por el proceso de inmersión ver figura 56.

Figura 53. Dial para medir la expansión del suelo compactado en la etapa de inmersión en agua



Figura 54. Proceso de inmersión en agua de las 27 muestras por un tiempo de 96 horas



Figura 55. Extracción de las muestras pasadas las 96 horas del proceso de inmersión



Figura 56. Pesaje de muestra y molde CBR luego de la inmersión en agua



Fuente: Elaboración Propia

D. Penetración en prensa CBR

Las muestras una vez pesadas se colocan en la prensa CBR de tal manera que el pistón quede centrado en la muestra, en vista que la rotación de la manivela tiene que ser uniforme es muy importante que solo un operador lo ejecute y con la ayuda de un segundo operador para dar las lecturas de los diales ver figura 57.

La prensa anillo de carga cuenta con dos diales la primera que se encuentra en la parte superior conectada al pistón donde mide la carga aplicada por unidad de área y la segunda ubicada a un costado y haciendo contacto con la base del molde que mide la penetración ver figura 58.

Para cada una de las muestras se tomó un tiempo de 10 minutos de penetración dando lecturas progresivas cada 30 segundos, una vez terminada este proceso se extrajeron muestras de la parte central ver figura 59 donde se colocó en las capsulas codificadas y pesadas para luego ser llevadas al horno por 24 horas a 110 C°, ver figura 61.

<p>Figura 57. Equipo prensa de anillo de carga para ensayos de penetración.</p> 	<p>Figura 58. Dial que mide la penetración al ser aplicada una carga directa en la muestra.</p> 
---	--

Fuente: Elaboración Propia

<p>Figura 59. Extracción de muestras y colocadas en capsulas</p> 	<p>Figura 60. Pesado de muestras con cápsulas codificadas</p> 
---	---

Fuente: Elaboración Propia

Figura 61. Secado de muestras por 24 horas en horno a 110 C°



Fuente: Elaboración Propia

De los 4 pasos ejecutados en laboratorio del ensayo de soporte california CBR se registran todos los datos obtenidos para luego desarrollar el trabajo de gabinete valiéndose de herramientas digitales como el de procesamiento de datos Excel, de los que se obtuvo resultados para cada uno de los 9 diseños son presentados en las siguientes tablas y gráficos.

Los datos preliminares del Proctor modificado, de la energía de compactación y de las características del molde de CBR son válidas para cada una de los diseños. Ver tabla 18.

Tabla 18

Datos preliminares de los ensayos de laboratorio

DATOS PRELIMINARES	
DATOS DEL MOLDE	
Diámetro del Molde =	15.24 cm
Altura del Molde =	17.78 cm
Altura del Disco Espaciador =	6.14 cm
Altura de la Muestra =	11.64 cm
Área =	182.41 cm ²
Volumen =	2123.92 cm ³
DATOS DEL PROCTOR MODIFICADO	
Densidad Seca Máxima =	2.31 cm ³
Contenido Humedad Óptimo =	5.79%
Contenido Humedad Natural =	34.82%
DATOS DE LA ENERGÍA DE COMPACTACIÓN	
Peso del Martillo =	4.54 Kg
Altura de Caída del Martillo =	45.72 cm
Número de Capas =	5

Fuente: Elaboración Propia

4.1.10. Etapa 10 obtención de resultados

Resultados para diseño D-1 con porcentajes de 0% de mucilago de gigantón y 0% de aditivo policarboxilato fluidizante SR-100.

Tabla 19

Tabla de resultados del ensayo de compactación y ensayo de inmersión por 96 horas para el diseño D-1 con 0% de mucilago de gigantón y 0% de aditivo policarboxilato fluidizante SR-100.

ENSAYO DE COMPACTACIÓN						
Muestra	MUESTRA 01		MUESTRA 02		MUESTRA 03	
Número de Golpes por Capa	55		26		12	
Condición de la Muestra	Cont. Hum. Óptimo	Saturada	Cont. Hum. Óptimo	Saturada	Cont. Hum. Óptimo	Saturada
Ubicación del Contenido de Humedad	Medio	Arriba	Medio	Arriba	Medio	Arriba
Peso de Capsula (gr)	18.53	19.16	15.74	19.68	15.07	19.11
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	68.01	103.50	99.79	85.94	102.23	115.49
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	65.32	97.84	95.34	81.60	97.58	109.11
Peso del Agua (gr)	2.69	5.66	4.45	4.34	4.65	6.38
Peso de la Muestra Seca (gr)	46.79	78.68	79.60	61.92	82.51	90.00
Contenido de Humedad	5.75%	7.19%	5.59%	7.01%	5.64%	7.09%
Porcentaje de Absorción	-	1.44%	-	1.42%	-	1.45%
Peso del Molde (gr)	7192		6861		7410.5	
Peso del Molde + Muestra Húmeda (gr)	12288.5	12313	11702	11767	12072	12151.5
Peso de la Muestra Húmeda (gr)	5096.5	5121	4841	4906	4661.5	4741
Peso de la Muestra Seca (gr)	4819.43		4584.69		4412.81	
Peso del Agua Absorbida (gr)	-	24.5	-	65	-	79.5
Porcentaje de Absorción	-	0.51%	-	1.42%	-	1.80%
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.40	2.41	2.28	2.31	2.19	2.23
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.27	2.27	2.16	2.16	2.08	2.08

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 20 según los registros en el proceso de inmersión de la muestra M-1, M-2 Y M-3 del D-1 para muestras compactadas con 55, 26 y 12 golpes de energía las muestras no presentaron variaciones en sus volúmenes durante las 96 horas de prueba por lo que el diseño D-1 no presenta expansión, estos registros se ven reflejadas en el gráfico de tabulación porcentaje de expansión Vs tiempo.

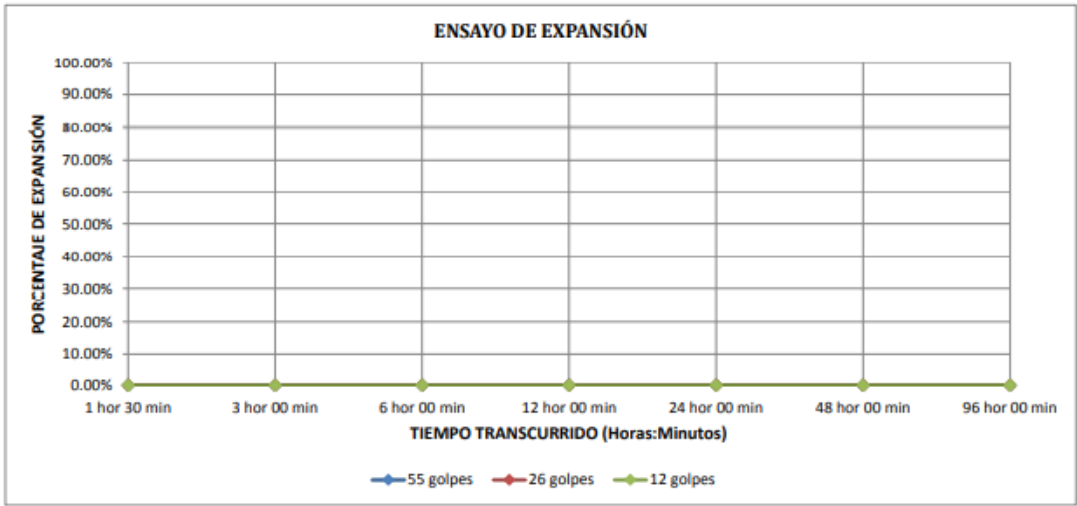
Tabla 20

Tabla del ensayo de expansión del proceso de inmersión del diseño D-1

ENSAYO DE EXPANSIÓN													
Muestra		MUESTRA 01				MUESTRA 02				MUESTRA 03			
Tiempo Transcurrido		Dial	Deform		% de	Dial	Deform		% de	Dial	Deform		% de
Días	HH:MM	*0.001"	pulg	mm	Expans.	*0.001"	pulg	mm	Expans.	*0.001"	pulg	mm	Expans.
0	0 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
0.0625	1 hor 30 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
0.125	3 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
0.25	6 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
0.5	12 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
1	24 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
2	48 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
4	96 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%

Fuente: Elaboración Propia

Figura 62. Grafico del diseño D-1, porcentaje de expansión Vs tiempo



Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 21 se muestra la penetración expresada en milímetros para cada marcación del dial hasta llegar a 12.700 mm, en el caso del esfuerzo aplicado para cada penetración los registros fueron a partir de 0.00 kg/cm2 hasta 137.38 kg/cm2 para mayor compresión son tabulados en el gráfico Esfuerzo de penetración Vs penetración ver figura 63.

Los análisis se desarrollaron para una penetración de 2.54mm y 5.080 mm y sus cargas unitarias patrón de 70.31 y 105.46 kg/cm2 respectivamente, las fuerzas obtenidas expresadas en kilogramos son traducidas a esfuerzos (kg/cm2) para ello se dividieron entre el área del pistón del anillo de carga 19.35 cm2, los esfuerzos obtenidos son comparados con las cargas unitarias patrón 70.31 y 105.46 kg/cm3 haciendo una regla de tres simple con la finalidad de obtener el

CBR, en este caso la capacidad de soporte del suelo para las muestras M-1, M-2 y M-3 del Diseño D-1 para energías de compactación de 55, 26 y 12 golpes fueron 38.33%, 27.28% y 17.67% cuando la penetración llega a 2.54mm y para una penetración de 5.080 mm los CBR obtenidos fueron 47.17%, 37.56% y 30.52%.

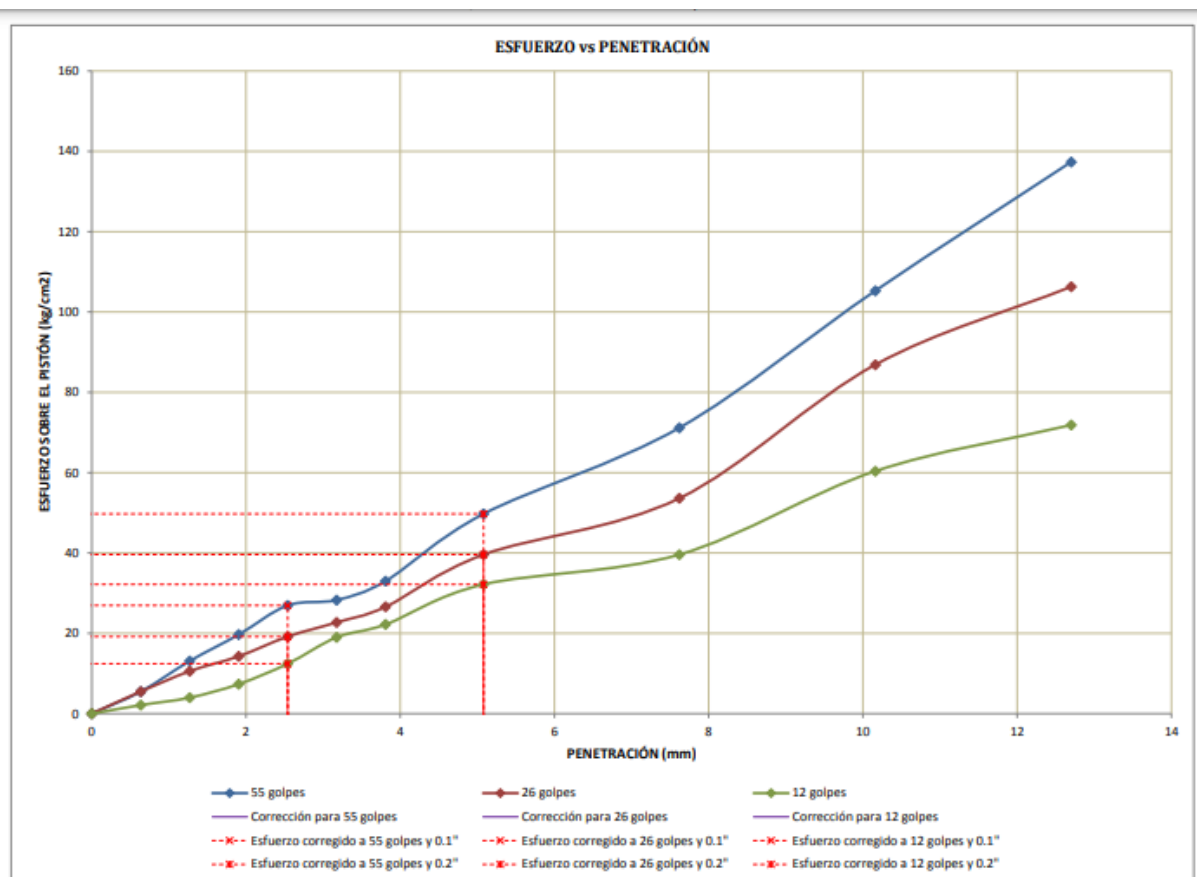
Tabla 21

Tabla del ensayo de penetración con el equipo anillo de carga

ENSAYO DE PENETRACIÓN														
Muestra			MUESTRA 01				MUESTRA 02				MUESTRA 03			
Carga Unitaria Patrón (kg/cm2)	Dial *0.001"	Penetración mm	Dial	Fuerza kg	Esfuer. kg/cm2	CBR %	Dial	Fuerza kg	Esfuer. kg/cm2	CBR %	Dial	Fuerza kg	Esfuer. kg/cm2	CBR %
	0	0.000	0	0.00	0.00		0	0.00	0.00		0	0.00	0.00	
	25	0.635	28	106.52	5.50		28	106.52	5.50		8	41.15	2.13	
	50	1.270	73	253.58	13.10		58	204.56	10.57		19	77.10	3.98	
	75	1.905	112	381.04	19.69		80	276.46	14.28		39	142.47	7.36	
70.31	100	2.540	155	521.57	26.95	38.33%	109	371.23	19.18	27.28%	69	240.51	12.43	17.67%
	125	3.175	163	547.71	28.30		130	439.86	22.73		108	367.96	19.01	
	150	3.810	191	639.22	33.03		153	515.03	26.61		127	430.06	22.22	
105.46	200	5.080	290	962.76	49.74	47.17%	230	766.67	39.61	37.56%	186	622.88	32.18	30.52%
	300	7.620	417	1377.81	71.19		313	1037.92	53.63		230	766.67	39.61	
	400	10.160	619	2037.96	105.29		510	1681.74	86.89		353	1168.65	60.38	
	500	12.700	809	2658.90	137.38		625	2057.57	106.31		421	1390.88	71.86	

Fuente: Elaboración Propia

Figura 63. *Grafico del diseño D-1, Esfuerzo de penetración Vs penetración*



Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 22 se muestra el resumen de los CBR obtenidos para penetraciones de 0.1" y 0.2" los cuales son tabulados en el grafico N°13 con la finalidad de obtener las capacidades de soporte california para una densidad seca maxima estos resultados finales se detallan en la tabla 22.

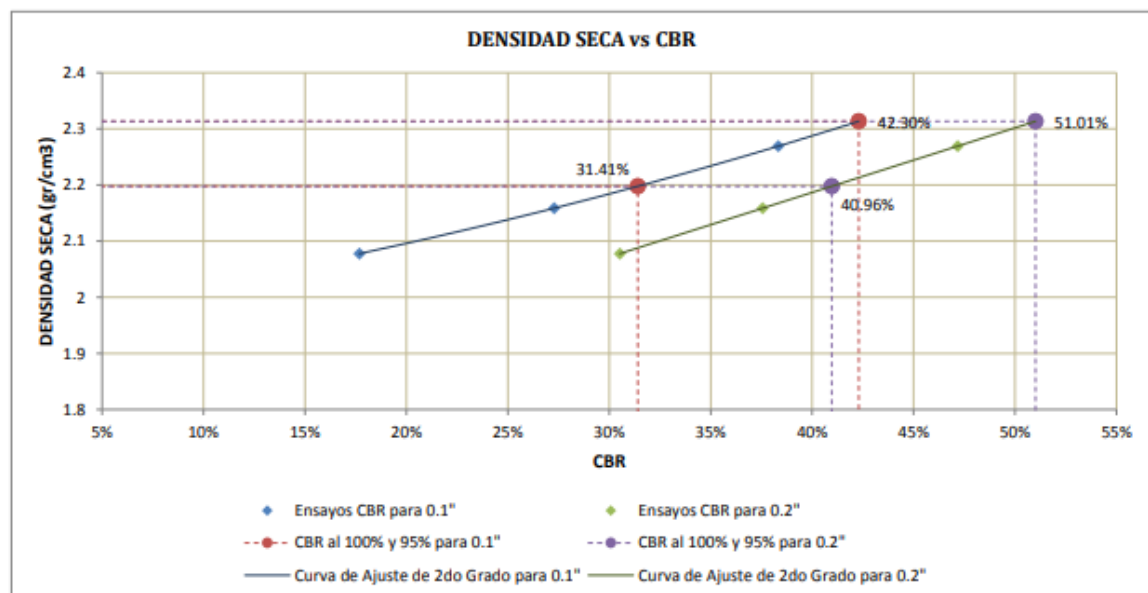
Tabla 22

Resumen de resultados CBR y densidad seca

Número de Golpes	CBR		Densidad Seca
	0.1"	0.2"	
55	38.33%	47.17%	2.27 gr/cm3
26	27.28%	37.56%	2.16 gr/cm3
12	17.67%	30.52%	2.08 gr/cm3

Fuente: Elaboración Propia

Figura 64. Grafico del diseño D-1, Densidad Seca Vs CBR



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 23

Resultados finales de CBR para un el diseño D-1

	0.1"
CBR al 100% de la DSM	42.30%
CBR al 95% de la DSM	31.41%

Fuente: Elaboración Propia

Resultados para diseño D-2 con porcentajes de 2% de mucilago de gigantón y 0% de aditivo policarboxilato fluidizante SR-100.

Tabla 24

Tabla de resultados del ensayo de compactación y ensayo de inmersión por 96 horas para el diseño D-2 con 2% de mucilago de gigantón y 0% de aditivo policarboxilato fluidizante SR-100.

ENSAYO DE COMPACTACIÓN						
Muestra	MUESTRA 01		MUESTRA 02		MUESTRA 03	
Número de Golpes por Capa	55		26		12	
Condición de la Muestra	Cont. Hum. Óptimo	Saturada	Cont. Hum. Óptimo	Saturada	Cont. Hum. Óptimo	Saturada
Ubicación del Contenido de Humedad	Medio	Arriba	Medio	Arriba	Medio	Arriba
Peso de Capsula (gr)	14.23	16.35	16.51	14.44	17.52	19.34
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	78.26	98.71	97.05	95.32	90.89	92.67
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	74.92	93.38	92.90	90.18	86.87	87.80
Peso del Agua (gr)	3.34	5.33	4.15	5.14	4.02	4.87
Peso de la Muestra Seca (gr)	60.69	77.03	76.39	75.74	69.35	68.46
Contenido de Humedad	5.50%	6.92%	5.43%	6.79%	5.80%	7.11%
Porcentaje de Absorción	-	1.42%	-	1.35%	-	1.32%
Peso del Molde (gr)	7310.5		7289.5		7441	
Peso del Molde + Muestra Húmeda (gr)	12425	12446.5	12092	12156.5	12066	12161
Peso de la Muestra Húmeda (gr)	5114.5	5136	4802.5	4867	4625	4720
Peso de la Muestra Seca (gr)	4847.71		4555.04		4371.59	
Peso del Agua Absorbida (gr)	-	21.5	-	64.5	-	95
Porcentaje de Absorción	-	0.44%	-	1.42%	-	2.17%
Densidad húmeda (gr/cm3)	2.41	2.42	2.26	2.29	2.18	2.22
Densidad Seca (gr/cm3)	2.28	2.28	2.14	2.14	2.06	2.06

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 25, según los registros en el proceso de inmersión de la muestra M-1, M-2 Y M-3 del D-2 para muestras compactadas con 55, 26 y 12 golpes de energía las muestras no presentaron variaciones en sus volúmenes durante las 96 horas de prueba por lo que el diseño D-2 no presenta expansión, estos registros se ven reflejadas en el gráfico de tabulación porcentaje de expansión Vs tiempo.

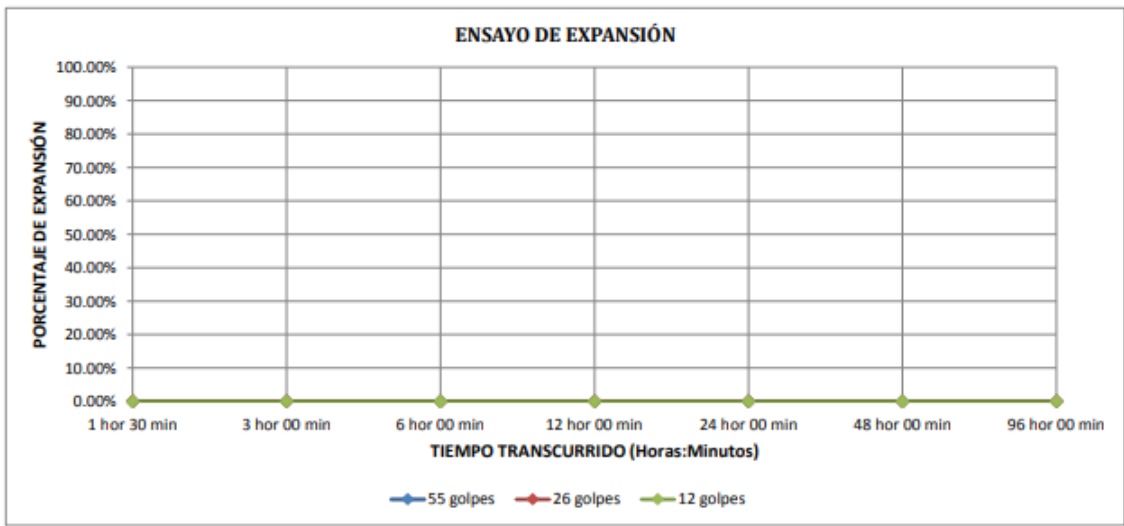
Tabla 25

Tabla del ensayo de expansión del proceso de inmersión del diseño D-2

ENSAYO DE EXPANSIÓN													
Muestra		MUESTRA 01				MUESTRA 02				MUESTRA 03			
Tiempo Transcurrido		Dial	Deform		% de Expans.	Dial	Deform		% de Expans.	Dial	Deform		% de Expans.
Días	HH:MM	*0.001"	pulg	mm		*0.001"	pulg	mm		*0.001"	pulg	mm	
0	0 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
0.0625	1 hor 30 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
0.125	3 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
0.25	6 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
0.5	12 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
1	24 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
2	48 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
4	96 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%

Fuente: Elaboración Propia

Figura 65. Grafico del diseño D-2, porcentaje de expansión Vs tiempo



Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 26 se muestra la penetración expresada en milímetros para cada marcación del dial hasta llegar a 12.700 mm, en el caso del esfuerzo aplicado para cada penetración los registros fueron a partir de 0.00 kg/cm² hasta 137.38 kg/cm² para mayor compresión son tabulados en el gráfico Esfuerzo de penetración Vs penetración ver figura 66, los análisis se desarrollaron para una penetración de 2.54mm y 5.080 mm y sus cargas unitarias patrón de 70.31 y 105.46 kg/cm² respectivamente, las fuerzas obtenidas expresadas en kilogramos son traducidas a esfuerzos (kg/cm²) para ello se dividieron entre el área del pistón del anillo de carga 19.35 cm², los esfuerzos obtenidos son comparados con las cargas unitarias patrón 70.31 y 105.46 kg/cm³ haciendo una regla de tres simple con la finalidad de obtener el CBR, en este caso la capacidad de soporte del suelo para las

muestras M-1, M-2 y M-3 del Diseño D-2 para energías de compactación de 55, 26 y 12 golpes fueron 39.29%, 25.36% y 16.95% cuando la penetración llega a 2.54mm y para una penetración de 5.080 mm los CBR obtenidos fueron 50.21%, 39.96% y 32.44%.

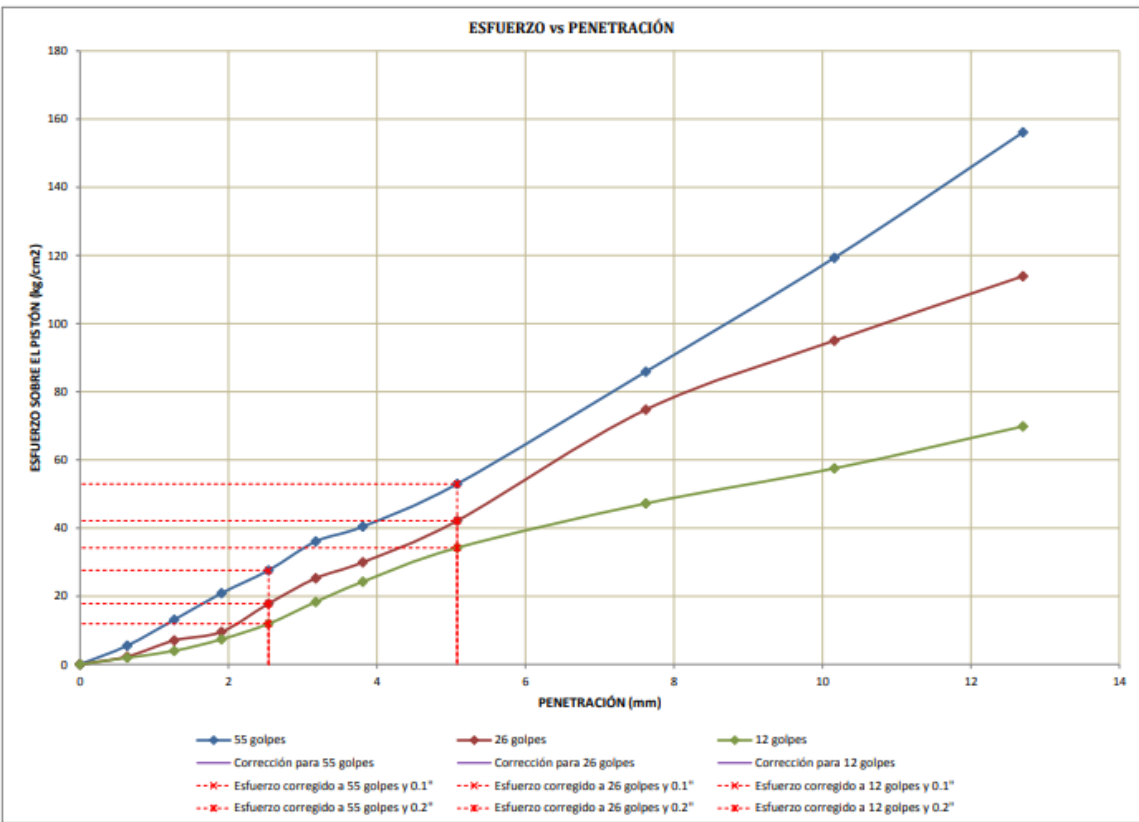
Tabla 26

Tabla del ensayo de penetración con el equipo anillo de carga

ENSAYO DE PENETRACIÓN														
Muestra			MUESTRA 01				MUESTRA 02				MUESTRA 03			
Carga Unitaria Patrón (kg/cm2)	Dial *0.001"	Penetración mm	Dial	Fuerza kg	Esfuer. kg/cm2	CBR %	Dial	Fuerza kg	Esfuer. kg/cm2	CBR %	Dial	Fuerza kg	Esfuer. kg/cm2	CBR %
	0	0.000	0	0.00	0.00		0	0.00	0.00		0	0.00	0.00	
	25	0.635	28	106.52	5.50		9	44.42	2.30		7	37.89	1.96	
	50	1.270	73	253.58	13.10		37	135.93	7.02		19	77.10	3.98	
	75	1.905	119	403.91	20.87		52	184.95	9.56		39	142.47	7.36	
70.31	100	2.540	159	534.64	27.62	39.29%	101	345.09	17.83	25.36%	66	230.70	11.92	16.95%
	125	3.175	209	698.04	36.07		145	488.88	25.26		104	354.89	18.34	
	150	3.810	235	783.01	40.46		173	580.39	29.99		139	469.28	24.25	
105.46	200	5.080	309	1024.85	52.95	50.21%	245	815.69	42.14	39.96%	198	662.09	34.21	32.44%
	300	7.620	504	1662.13	85.88		438	1446.44	74.73		275	913.74	47.21	
	400	10.160	702	2309.22	119.31		558	1838.61	95.00		336	1113.09	57.51	
	500	12.700	920	3021.66	156.12		670	2204.64	113.91		409	1351.66	69.84	

Fuente: Elaboración Propia

Figura 66. Grafico del diseño D-2, Esfuerzo de penetración Vs penetración



Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 27 se muestra el resumen de los CBR obtenidos para penetraciones de 0.1" y 0.2" los cuales son tabulados en la figura 67 con la finalidad de obtener las capacidades de soporte california para una densidad seca máxima estos resultados finales se detallan en la tabla 28.

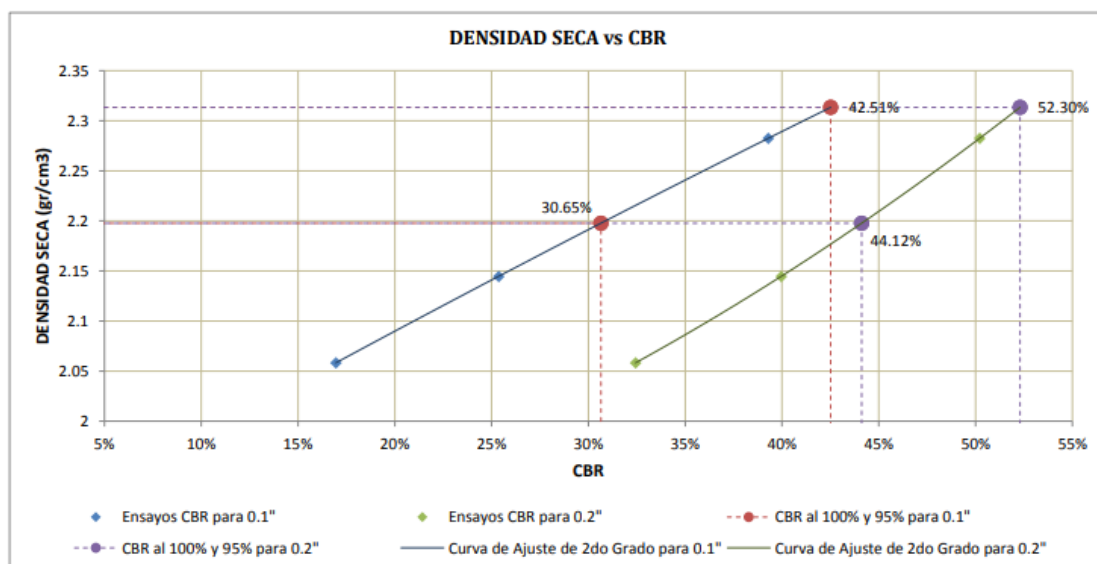
Tabla 27

Resumen de resultados CBR y densidad seca

Número de Golpes	CBR		Densidad Seca
	0.1"	0.2"	
55	39.29%	50.21%	2.28 gr/cm3
26	25.36%	39.96%	2.14 gr/cm3
12	16.95%	32.44%	2.06 gr/cm3

Fuente: Elaboración Propia

Figura 67. *Gráfico del diseño D-2, Densidad Seca Vs CBR*



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 28

Resultados finales de CBR para un el diseño D-2

	0.1"
CBR al 100% de la DSM	42.51%
CBR al 95% de la DSM	30.65%

Fuente: Elaboración Propia

Resultados para diseño D-3 con porcentajes de 0.5% de mucilago de gigantón y 0% de aditivo policarboxilato fluidizante SR-100.

Tabla 29

Tabla de resultados del ensayo de compactación y ensayo de inmersión por 96 horas para el diseño D-3 con 0.5% de mucilago de gigantón y 0% de aditivo policarboxilato fluidizante SR-100.

ENSAYO DE COMPACTACIÓN						
Muestra	MUESTRA 01		MUESTRA 02		MUESTRA 03	
Número de Golpes por Capa	55		26		12	
Condición de la Muestra	Cont. Hum. Óptimo	Saturada	Cont. Hum. Óptimo	Saturada	Cont. Hum. Óptimo	Saturada
Ubicación del Contenido de Humedad	Medio	Arriba	Medio	Arriba	Medio	Arriba
Peso de Capsula (gr)	16.45	16.49	10.27	11.66	15.06	20.04
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	82.70	98.46	82.72	86.36	93.90	96.34
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	78.97	93.35	78.69	81.93	89.62	91.88
Peso del Agua (gr)	3.73	5.11	4.03	4.43	4.28	4.46
Peso de la Muestra Seca (gr)	62.52	76.86	68.42	70.27	74.56	71.84
Contenido de Humedad	5.97%	6.65%	5.89%	6.30%	5.74%	6.21%
Porcentaje de Absorción	-	0.68%	-	0.41%	-	0.47%
Peso del Molde (gr)	7544.5		7351		7296	
Peso del Molde + Muestra Húmeda (gr)	12581	12611	12205.5	12258	11888	11980.5
Peso de la Muestra Húmeda (gr)	5036.5	5066.5	4854.5	4907	4592	4684.5
Peso de la Muestra Seca (gr)	4752.94		4584.47		4342.71	
Peso del Agua Absorbida (gr)	-	30	-	52.5	-	92.5
Porcentaje de Absorción	-	0.63%	-	1.15%	-	2.13%
Densidad húmeda (gr/cm3)	2.37	2.39	2.29	2.31	2.16	2.21
Densidad Seca (gr/cm3)	2.24	2.24	2.16	2.16	2.04	2.04

Fuente: Elaboración Propia

De la tabla 30 según los registros en el proceso de inmersión de la muestra M-1, M-2 Y M-3 del D-3 para muestras compactadas con 55, 26 y 12 golpes de energía las muestras no presentaron variaciones en sus volúmenes durante las 96 horas de prueba por lo que el diseño D-3 no presenta expansión, estos registros se ven reflejadas en el gráfico de tabulación porcentaje de expansión Vs tiempo.

Tabla 30

Tabla del ensayo de expansión del proceso de inmersión del diseño D-3

ENSAYO DE EXPANSIÓN													
Muestra		MUESTRA 01				MUESTRA 02				MUESTRA 03			
Tiempo Transcurrido		Dial	Deform		% de Expans.	Dial	Deform		% de Expans.	Dial	Deform		% de Expans.
Días	HH:MM	*0.001"	pulg	mm		*0.001"	pulg	mm		*0.001"	pulg	mm	
0	0 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
0.0625	1 hor 30 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
0.125	3 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
0.25	6 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
0.5	12 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
1	24 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
2	48 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
4	96 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%

Fuente: Elaboración Propia

Figura 68. Grafico del diseño D-3, porcentaje de expansión Vs tiempo



Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 31 se muestra la penetración expresada en milímetros para cada marcación del dial hasta llegar a 12.700 mm, en el caso del esfuerzo aplicado para cada penetración los registros fueron a partir de 0.00 kg/cm² hasta 137.38 kg/cm² para mayor compresión son tabulados en el gráfico Esfuerzo de penetración Vs penetración ver figura 69, los análisis se desarrollaron para una penetración de 2.54mm y 5.080 mm y sus cargas unitarias patrón de 70.31 y 105.46 kg/cm² respectivamente, las fuerzas obtenidas expresadas en kilogramos son traducidas a esfuerzos (kg/cm²) para ello se dividieron entre el área del pistón del anillo de carga 19.35 cm², los esfuerzos obtenidos son comparados con las cargas unitarias patrón 70.31 y 105.46 kg/cm³ haciendo una regla de tres simple con la finalidad de obtener el CBR, en este caso la capacidad de soporte del suelo para las muestras M-1, M-2 y M-3 del Diseño D-3 para energías de compactación de 55, 26 y 12 golpes fueron 42.65%, 35.93% y 21.52% cuando la penetración llega a 2.54mm y para una penetración de 5.080 mm los CBR obtenidos fueron 52.77%, 48.13% y 38.68%.

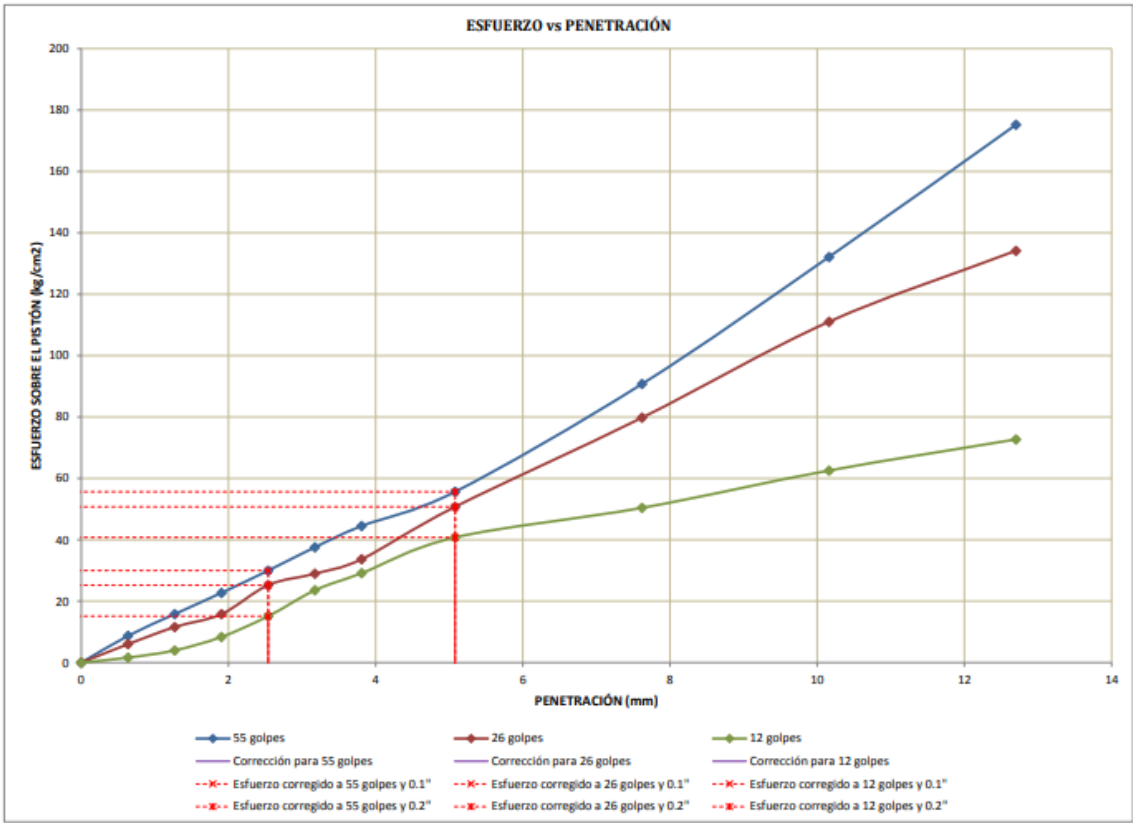
Tabla 31

Tabla del ensayo de penetración con el equipo anillo de carga

ENSAYO DE PENETRACIÓN														
Muestra			MUESTRA 01				MUESTRA 02				MUESTRA 03			
Carga Unitaria Patrón (kg/cm2)	Dial	Penetración	Dial	Fuerza	Esfuer.	CBR	Dial	Fuerza	Esfuer.	CBR	Dial	Fuerza	Esfuer.	CBR
	*0.001"	mm		kg	kg/cm2			%	kg			kg/cm2	%	
	0	0.000	0	0.00	0.00		0	0.00	0.00		0	0.00	0.00	
	25	0.635	47	168.61	8.71		31	116.32	6.01		5	31.35	1.62	
	50	1.270	89	305.87	15.80		64	224.17	11.58		19	77.10	3.98	
	75	1.905	130	439.86	22.73		89	305.87	15.80		45	162.07	8.37	
70.31	100	2.540	173	580.39	29.99	42.65%	145	488.88	25.26	35.93%	85	292.80	15.13	21.52%
	125	3.175	218	727.46	37.59		167	560.78	28.97		135	456.20	23.57	
	150	3.810	259	861.45	44.51		195	652.29	33.70		168	564.05	29.14	
105.46	200	5.080	325	1077.14	55.65	52.77%	296	982.37	50.76	48.13%	237	789.55	40.79	38.68%
	300	7.620	533	1756.91	90.77		468	1544.48	79.80		294	975.83	50.42	
	400	10.160	778	2557.59	132.14		653	2149.08	111.04		366	1211.13	62.58	
	500	12.700	1033	3390.96	175.20		790	2596.81	134.17		426	1407.22	72.71	

Fuente: Elaboración Propia

Figura 69. Grafico del diseño D-3, Esfuerzo de penetración Vs penetración



Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 32 se muestra el resumen de los CBR obtenidos para penetraciones de 0.1” y 0.2” los cuales son tabulados en la figura 70 con la finalidad de obtener las capacidades de soporte california para una densidad seca maxima estos resultados finales se detallan en la tabla 33.

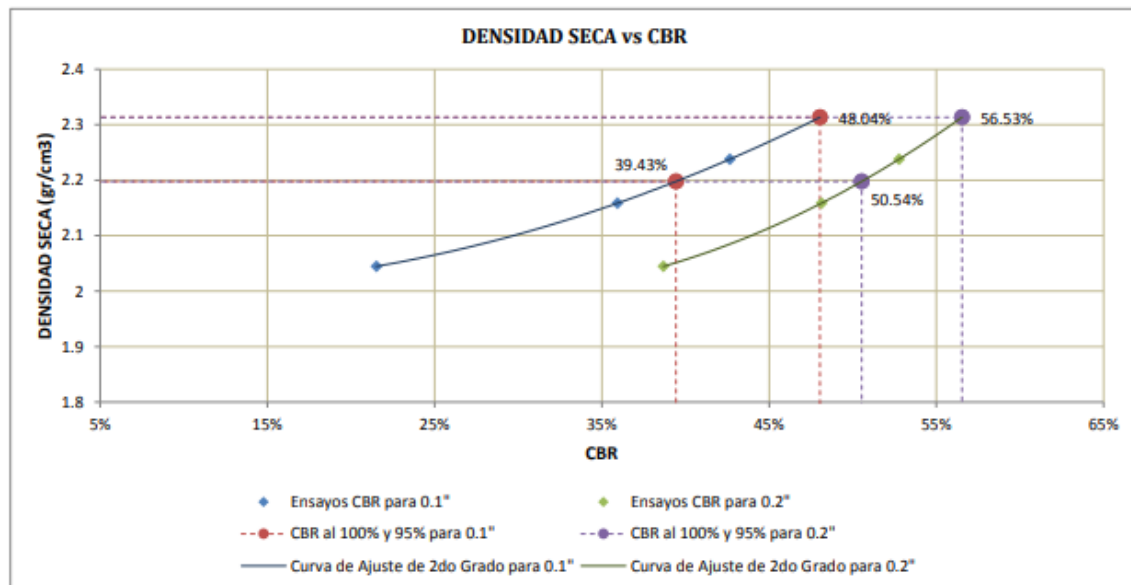
Tabla 32

Resumen de resultados CBR y densidad seca

Número de Golpes	CBR		Densidad Seca
	0.1"	0.2"	
55	42.65%	52.77%	2.24 gr/cm3
26	35.93%	48.13%	2.16 gr/cm3
12	21.52%	38.68%	2.04 gr/cm3

Fuente: Elaboración Propia

Figura 70. *Gráfico del diseño D-3, Densidad Seca Vs CBR*



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 33

Resultados finales de CBR para un el diseño D-3

	0.1"
CBR al 100% de la DSM	48.04%
CBR al 95% de la DSM	39.43%

Fuente: Elaboración propia

Resultados para diseño D-4 con porcentajes de 0% de mucilago de gigantón y 2% de aditivo policarboxilato fluidizante SR-100.

Tabla 34

Tabla de resultados del ensayo de compactación y ensayo de inmersión por 96 horas para el diseño D-4 con 0% de mucilago de gigantón y 2% de aditivo policarboxilato fluidizante SR-100.

ENSAYO DE COMPACTACIÓN						
Muestra	MUESTRA 01		MUESTRA 02		MUESTRA 03	
Número de Golpes por Capa	55		26		12	
Condición de la Muestra	Cont. Hum. Óptimo	Saturada	Cont. Hum. Óptimo	Saturada	Cont. Hum. Óptimo	Saturada
Ubicación del Contenido de Humedad	Medio	Arriba	Medio	Arriba	Medio	Arriba
Peso de Capsula (gr)	14.95	19.21	20.04	13.88	19.28	13.87
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	82.70	103.16	92.07	108.08	77.60	111.61
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	78.97	98.19	88.16	100.71	74.46	104.82
Peso del Agua (gr)	3.73	4.97	3.91	7.37	3.14	6.79
Peso de la Muestra Seca (gr)	64.02	78.98	68.12	86.83	55.18	90.95
Contenido de Humedad	5.83%	6.29%	5.74%	8.49%	5.69%	7.47%
Porcentaje de Absorción	-	0.47%	-	2.75%	-	1.78%
Peso del Molde (gr)	7337.5		7867.5		7251.5	
Peso del Molde + Muestra Húmeda (gr)	12376	12412	12736.5	12807.5	11875.5	12011
Peso de la Muestra Húmeda (gr)	5038.5	5074.5	4869	4940	4624	4759.5
Peso de la Muestra Seca (gr)	4761.10		4604.70		4375.04	
Peso del Agua Absorbida (gr)	-	36	-	71	-	135.5
Porcentaje de Absorción	-	0.76%	-	1.54%	-	3.10%
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.37	2.39	2.29	2.33	2.18	2.24
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.24	2.24	2.17	2.17	2.06	2.06

Fuente: Elaboración Propia

De la tabla 35 según los registros en el proceso de inmersión de la muestra M-1, M-2 Y M-3 del D-4 para muestras compactadas con 55, 26 y 12 golpes de energía las muestras no presentaron variaciones en sus volúmenes durante las 96 horas de prueba por lo que el diseño D-4 no presenta expansión, estos registros se ven reflejadas en el gráfico de tabulación porcentaje de expansión Vs tiempo.

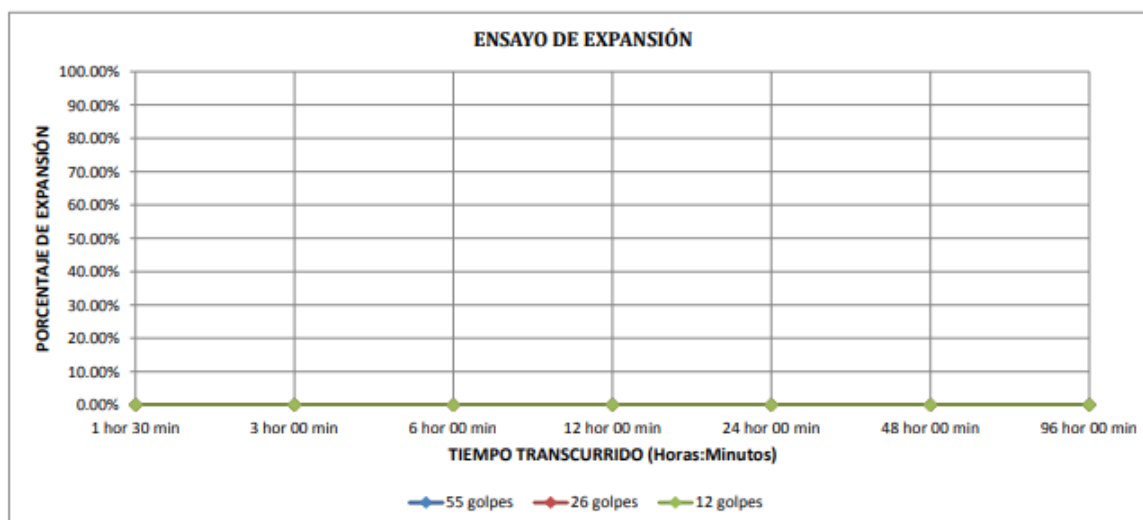
Tabla 35

Tabla del ensayo de expansión del proceso de inmersión del diseño D-4

ENSAYO DE EXPANSIÓN													
Muestra		MUESTRA 01				MUESTRA 02				MUESTRA 03			
Tiempo Transcurrido		Dial	Deform		% de	Dial	Deform		% de	Dial	Deform		% de
Días	HH:MM	*0.001"	pulg	mm	Expans.	*0.001"	pulg	mm	Expans.	*0.001"	pulg	mm	Expans.
0	0 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
0.0625	1 hor 30 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
0.125	3 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
0.25	6 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
0.5	12 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
1	24 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
2	48 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
4	96 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%

Fuente: Elaboración Propia

Figura 71. Grafico del diseño D-4, porcentaje de expansión Vs tiempo



Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 36 se muestra la penetración expresada en milímetros para cada marcación del dial hasta llegar a 12.700 mm, en el caso del esfuerzo aplicado para cada penetración los registros fueron a partir de 0.00 kg/cm² hasta 137.38 kg/cm² para mayor compresión son tabulados en el gráfico Esfuerzo de penetración Vs penetración ver figura 72 los análisis se desarrollaron para una penetración de 2.54mm y 5.080 mm y sus cargas unitarias patrón de 70.31 y 105.46 kg/cm² respectivamente, las fuerzas obtenidas expresadas en kilogramos son traducidas a esfuerzos (kg/cm²) para ello se dividieron entre el área del pistón del anillo de carga 19.35 cm², los esfuerzos obtenidos son comparados con las cargas unitarias patrón 70.31 y 105.46 kg/cm³ haciendo una regla de tres simple con la finalidad de obtener el CBR, en este caso la capacidad de soporte del suelo para las muestras M-1, M-2 y M-3 del Diseño D-4 para energías de compactación de 55, 26 y 12 golpes fueron 45.29%, 34.25% y 19.36% cuando la penetración llega a 2.54mm y para una penetración de 5.080 mm los CBR obtenidos fueron 54.37%, 47.49% y 38.68%.

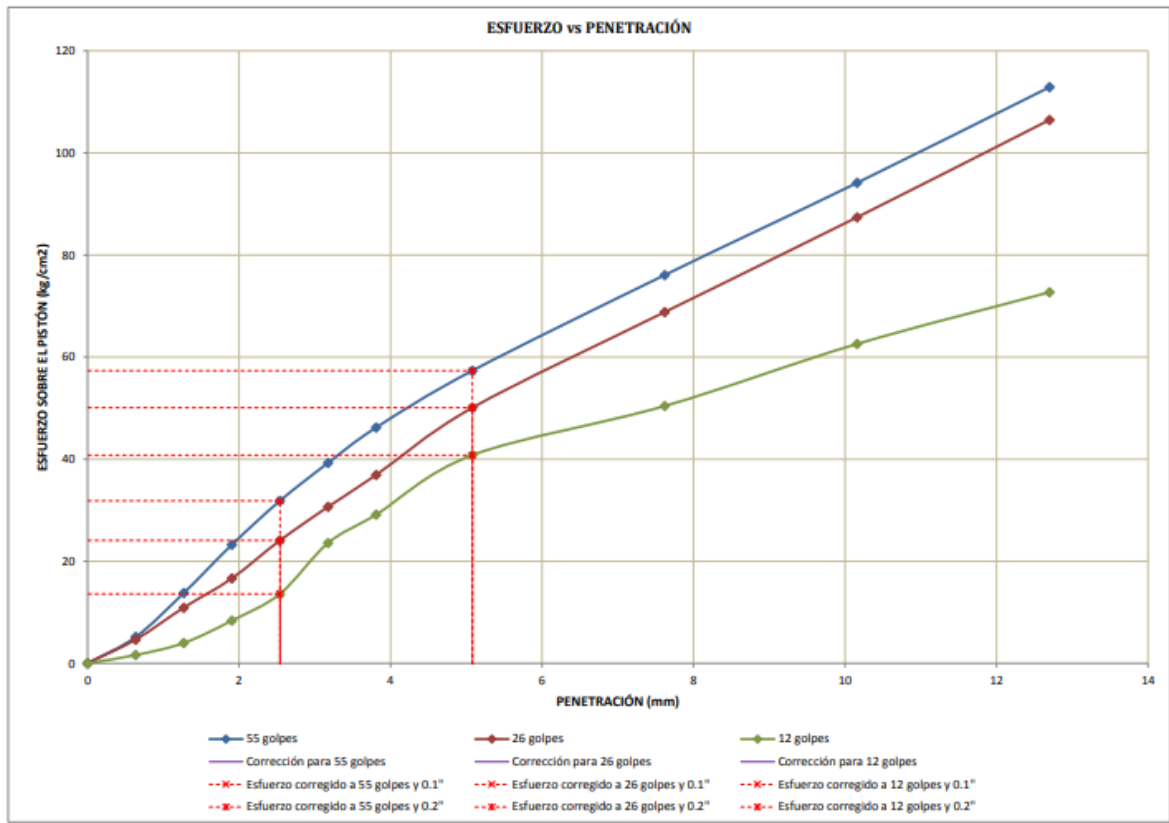
Tabla 36

Tabla del ensayo de penetración con el equipo anillo de carga

ENSAYO DE PENETRACIÓN														
Muestra			MUESTRA 01				MUESTRA 02				MUESTRA 03			
Carga Unitaria Patrón (kg/cm2)	Dial	Penetración	Dial	Fuerza	Esfuer.	CBR	Dial	Fuerza	Esfuer.	CBR	Dial	Fuerza	Esfuer.	CBR
	*0.001"	mm		kg	kg/cm2			%	kg			kg/cm2	%	
	0	0.000	0	0.00	0.00		0	0.00	0.00		0	0.00	0.00	
	25	0.635	26	99.98	5.17		23	90.18	4.66		5	31.35	1.62	
	50	1.270	77	266.65	13.78		60	211.10	10.91		19	77.10	3.98	
	75	1.905	133	449.67	23.23		94	322.21	16.65		45	162.07	8.37	
70.31	100	2.540	184	616.34	31.84	45.29%	138	466.01	24.08	34.25%	76	263.39	13.61	19.36%
	125	3.175	228	760.14	39.27		177	593.46	30.66		135	456.20	23.57	
	150	3.810	269	894.13	46.20		214	714.38	36.91		168	564.05	29.14	
105.46	200	5.080	335	1109.82	57.34	54.37%	292	969.29	50.08	47.49%	237	789.55	40.79	38.68%
	300	7.620	446	1472.58	76.08		403	1332.05	68.82		294	975.83	50.42	
	400	10.160	553	1822.27	94.15		513	1691.54	87.40		366	1211.13	62.58	
	500	12.700	664	2185.03	112.89		626	2060.84	106.48		426	1407.22	72.71	

Fuente: Elaboración Propia

Figura 72. Grafico del diseño D-4, Esfuerzo de penetración Vs penetración



Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 37 se muestra el resumen de los CBR obtenidos para penetraciones de 0.1" y 0.2" los cuales son tabulados en la figura 73 con la finalidad de obtener las capacidades de soporte californias para una densidad seca maxima estos resultados finales se detallan en la tabla 38.

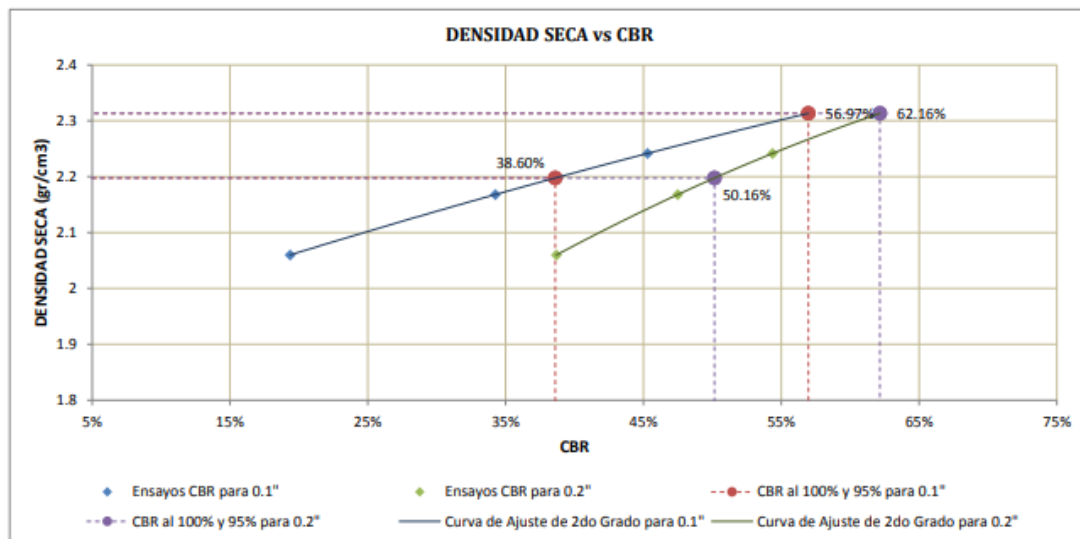
Tabla 37

Resumen de resultados CBR y densidad seca

Número de Golpes	CBR		Densidad Seca
	0.1"	0.2"	
55	45.29%	54.37%	2.24 gr/cm3
26	34.25%	47.49%	2.17 gr/cm3
12	19.36%	38.68%	2.06 gr/cm3

Fuente: Elaboración Propia

Figura 73. Gráfico del diseño D-4, Densidad Seca Vs CBR



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 38

Tabla Resumen de resultados finales de CBR y densidad seca del diseño D-4

	0.1"
CBR al 100% de la DSM	56.97%
CBR al 95% de la DSM	38.60%

Fuente: Elaboración Propia

Resultados para diseño D-5 con porcentajes de 2% de mucilago de gigantón y 2% de aditivo policarboxilato fluidizante SR-100.

Tabla 39

Tabla de resultados del ensayo de compactación y ensayo de inmersión por 96 horas para el diseño D-5 con 2% de mucilago de gigantón y 2% de aditivo policarboxilato fluidizante SR-100.

ENSAYO DE COMPACTACIÓN						
Muestra	MUESTRA 01		MUESTRA 02		MUESTRA 03	
Número de Golpes por Capa	55		26		12	
Condición de la Muestra	Cont. Hum. Óptimo	Saturada	Cont. Hum. Óptimo	Saturada	Cont. Hum. Óptimo	Saturada
Ubicación del Contenido de Humedad	Medio	Arriba	Medio	Arriba	Medio	Arriba
Peso de Capsula (gr)	18.40	16.52	11.65	15.06	19.29	16.37
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	95.13	101.06	95.71	101.78	113.00	100.14
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	90.97	95.52	91.39	95.18	108.40	94.56
Peso del Agua (gr)	4.16	5.54	4.32	6.60	4.60	5.58
Peso de la Muestra Seca (gr)	72.57	79.00	79.74	80.12	89.11	78.19
Contenido de Humedad	5.73%	7.01%	5.42%	8.24%	5.16%	7.14%
Porcentaje de Absorción	-	1.28%	-	2.82%	-	1.97%
Peso del Molde (gr)	6880		7363.5		7313.5	
Peso del Molde + Muestra Húmeda (gr)	11910	11966.5	12053	12189	11961	12139.5
Peso de la Muestra Húmeda (gr)	5030	5086.5	4689.5	4825.5	4647.5	4826
Peso de la Muestra Seca (gr)	4757.29		4448.50		4419.37	
Peso del Agua Absorbida (gr)	-	56.5	-	136	-	178.5
Porcentaje de Absorción	-	1.19%	-	3.06%	-	4.04%
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.37	2.39	2.21	2.27	2.19	2.27
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.24	2.24	2.09	2.09	2.08	2.08

Fuente: Elaboración Propia

De la tabla 40: según los registros en el proceso de inmersión de la muestra M-1, M-2 Y M-3 de D-5 para muestras compactadas con 55, 26 y 12 golpes de energía respectivamente, la muestra M-1 a las tres horas del mismo día de inmersión presento una variación en el dial marcando 0.001 pulgadas equivalente a 0.025mm siendo un 0.02% de expansión partir de este registro M-1 ya no experimenta una expansión y las muestras M-2 Y M-3 no experimentaron variaciones en sus volúmenes iniciales respecto a las muestras iniciales, tales comportamientos se pueden verificar en el figura 74.

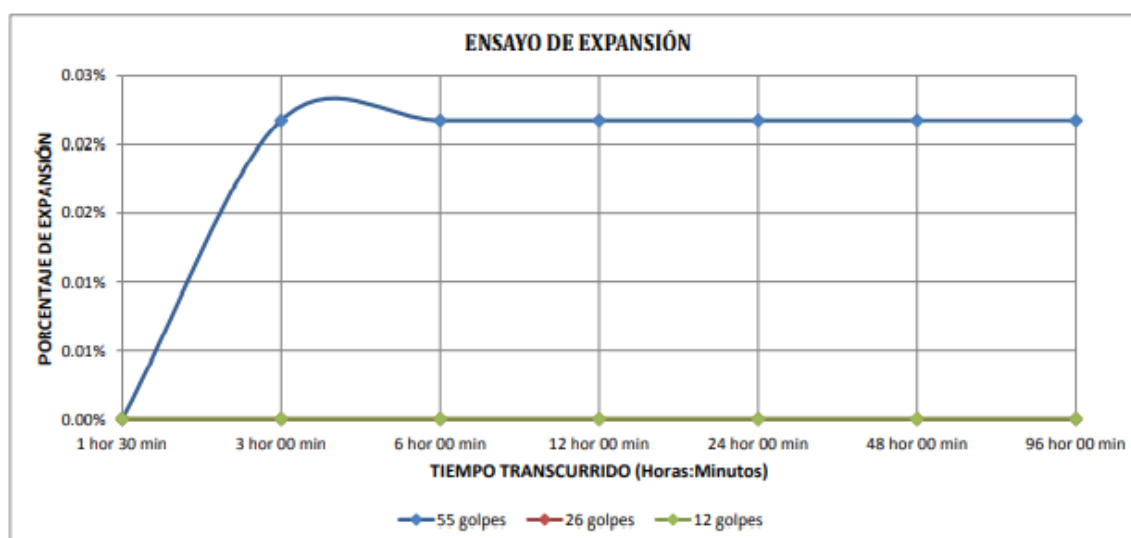
Tabla 40

Tabla del ensayo de expansión del proceso de inmersión del diseño D-5

ENSAYO DE EXPANSIÓN													
Muestra		MUESTRA 01				MUESTRA 02				MUESTRA 03			
Tiempo Transcurrido		Dial	Deform		% de	Dial	Deform		% de	Dial	Deform		% de
Días	HH:MM	*0.001"	pulg	mm	Expans.	*0.001"	pulg	mm	Expans.	*0.001"	pulg	mm	Expans.
0	0 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
0.0625	1 hor 30 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
0.125	3 hor 00 min	1	0.001	0.025	0.02%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
0.25	6 hor 00 min	1	0.001	0.025	0.02%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
0.5	12 hor 00 min	1	0.001	0.025	0.02%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
1	24 hor 00 min	1	0.001	0.025	0.02%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
2	48 hor 00 min	1	0.001	0.025	0.02%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
4	96 hor 00 min	1	0.001	0.025	0.02%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%

Fuente: Elaboración Propia

Figura 74. Grafico del diseño D-5, porcentaje de expansión Vs tiempo



Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 41 se muestra la penetración expresada en milímetros para cada marcación del dial hasta llegar a 12.700 mm, en el caso del esfuerzo aplicado para cada penetración los registros fueron a partir de 0.00 kg/cm² hasta 137.38 kg/cm² para mayor compresión son tabulados en el gráfico Esfuerzo de penetración Vs penetración ver figura 75, los análisis se desarrollaron para una penetración de 2.54mm y 5.080 mm y sus cargas unitarias patrón de 70.31 y 105.46 kg/cm² respectivamente, las fuerzas obtenidas expresadas en kilogramos son traducidas a esfuerzos (kg/cm²) para ello se dividieron entre el área del pistón del anillo de carga 19.35 cm², los esfuerzos obtenidos son comparados con las cargas unitarias patrón 70.31 y 105.46 kg/cm³ haciendo una regla de tres simple con la finalidad de obtener el CBR, en este caso la capacidad de soporte del suelo para las muestras M-1, M-2 y M-3 del Diseño D-5 para energías de compactación de 55, 26 y 12 golpes fueron 27.04%, 22.48% y 18.39% cuando la penetración llega a 2.54mm y para una penetración de 5.080 mm los CBR obtenidos fueron 40.76%, 30.84% y 26.19%.

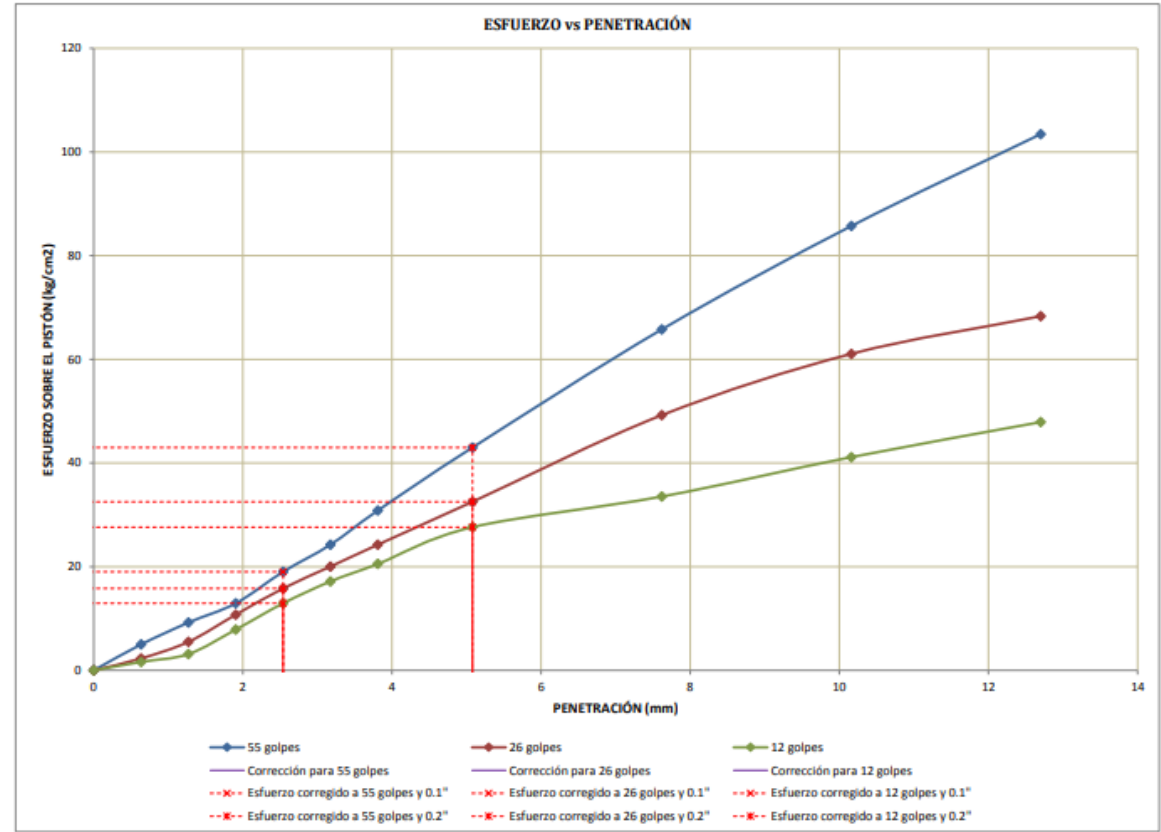
Tabla 41

Tabla del ensayo de penetración con el equipo anillo de carga

ENSAYO DE PENETRACIÓN														
Muestra			MUESTRA 01				MUESTRA 02				MUESTRA 03			
Carga Unitaria	Dial	Penetración	Dial	Fuerza	Esfuer.	CBR	Dial	Fuerza	Esfuer.	CBR	Dial	Fuerza	Esfuer.	CBR
Patrón (kg/cm2)	*0.001"	mm		kg	kg/cm2	%		kg	kg/cm2	%		kg	kg/cm2	%
	0	0.000	0	0.00	0.00		0	0.00	0.00		0	0.00	0.00	
	25	0.635	25	96.71	5.00		9	44.42	2.30		5	31.35	1.62	
	50	1.270	50	178.41	9.22		28	106.52	5.50		14	60.76	3.14	
	75	1.905	72	250.31	12.93		59	207.83	10.74		42	152.27	7.87	
70.31	100	2.540	108	367.96	19.01	27.04%	89	305.87	15.80	22.48%	72	250.31	12.93	18.39%
	125	3.175	139	469.28	24.25		114	387.57	20.02		97	332.02	17.15	
	150	3.810	178	596.73	30.83		139	469.28	24.25		117	397.38	20.53	
105.46	200	5.080	250	832.03	42.99	40.76%	188	629.41	32.52	30.84%	159	534.64	27.62	26.19%
	300	7.620	385	1273.23	65.78		287	952.95	49.24		194	649.02	33.53	
	400	10.160	503	1658.86	85.71		357	1181.72	61.06		239	796.09	41.13	
	500	12.700	608	2002.01	103.44		400	1322.25	68.32		279	926.81	47.89	

Fuente: Elaboración Propia

Figura 75. Grafico del diseño D-5, Esfuerzo de penetración Vs penetración



Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 42 se muestra el resumen de los CBR obtenidos para penetraciones de 0.1" y 0.2" los cuales son tabulados en la figura 76 con la finalidad de obtener las capacidades de soporte california para una densidad seca maxima estos resultados finales se detallan en la tabla 43.

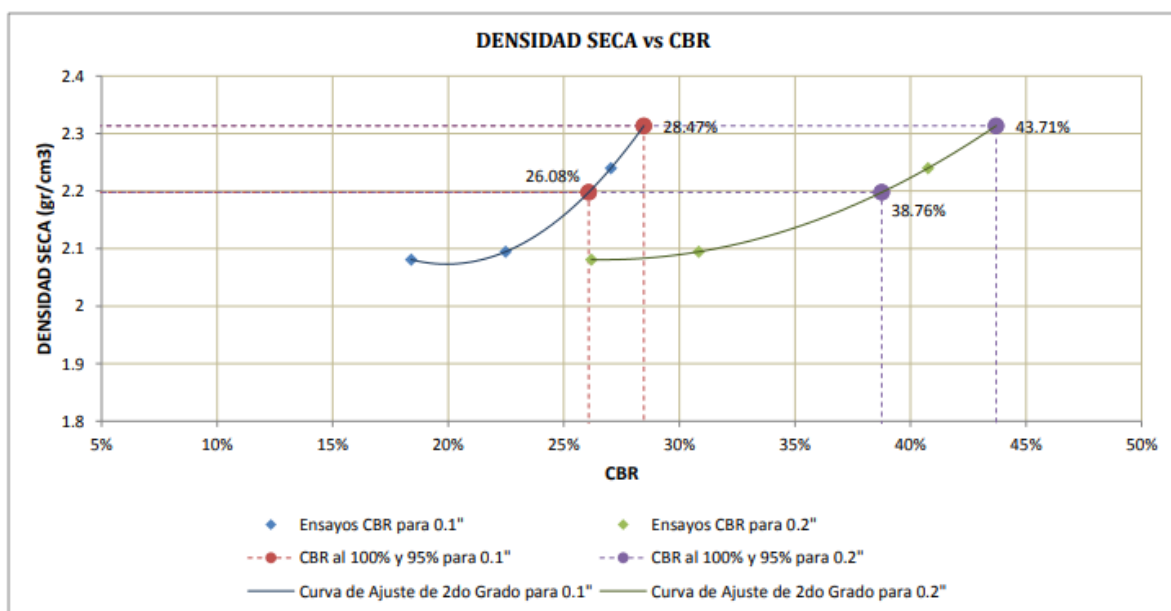
Tabla 42

Resumen de resultados CBR y densidad seca

Número de Golpes	CBR		Densidad Seca
	0.1"	0.2"	
55	27.04%	40.76%	2.24 gr/cm ³
26	22.48%	30.84%	2.09 gr/cm ³
12	18.39%	26.19%	2.08 gr/cm ³

Fuente: Elaboración Propia

Figura 76. *Grafico del diseño D-5, Densidad Seca Vs CBR*



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 43

Tabla de resultados finales de CBR y densidad seca del diseño D-5

	0.1"
CBR al 100% de la DSM	28.47%
CBR al 95% de la DSM	26.08%

Fuente: Elaboración Propia

Resultados para diseño D-6 con porcentajes de 0.5% de mucilago de gigantón y 2% de aditivo policarboxilato fluidizante SR-100.

Tabla 44

Tabla de resultados del ensayo de compactación y ensayo de inmersión por 96 horas para el diseño D-6 con 0.5% de mucilago de gigantón y 2% de aditivo policarboxilato fluidizante SR-100.

ENSAYO DE COMPACTACIÓN						
Muestra	MUESTRA 01		MUESTRA 02		MUESTRA 03	
Número de Golpes por Capa	55		26		12	
Condición de la Muestra	Cont. Hum. Óptimo	Saturada	Cont. Hum. Óptimo	Saturada	Cont. Hum. Óptimo	Saturada
Ubicación del Contenido de Humedad	Medio	Arriba	Medio	Arriba	Medio	Arriba
Peso de Capsula (gr)	16.49	16.36	19.29	19.17	16.54	10.45
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	98.51	87.05	95.85	113.71	99.50	89.57
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	94.59	83.06	91.97	107.66	95.44	83.59
Peso del Agua (gr)	3.92	3.99	3.88	6.05	4.06	5.98
Peso de la Muestra Seca (gr)	78.10	66.70	72.68	88.49	78.90	73.14
Contenido de Humedad	5.02%	5.98%	5.34%	6.84%	5.15%	8.18%
Porcentaje de Absorción	-	0.96%	-	1.50%	-	3.03%
Peso del Molde (gr)	7328.5		7258		7355.5	
Peso del Molde + Muestra Húmeda (gr)	12365.5	12418.5	12027	12096.5	11822	11973
Peso de la Muestra Húmeda (gr)	5037	5090	4769	4838.5	4466.5	4617.5
Peso de la Muestra Seca (gr)	4796.27		4527.31		4247.91	
Peso del Agua Absorbida (gr)	-	53	-	69.5	-	151
Porcentaje de Absorción	-	1.11%	-	1.54%	-	3.55%
Densidad húmeda (gr/cm3)	2.37	2.40	2.25	2.28	2.10	2.17
Densidad Seca (gr/cm3)	2.26	2.26	2.13	2.13	2.00	2.00

Fuente: Elaboración Propia

De la tabla 45 según los registros en el proceso de inmersión de la muestra M-1, M-2 Y M-3 del D-6 para muestras compactadas con 55, 26 y 12 golpes de energía las muestras no presentaron variaciones en sus volúmenes durante las 96 horas de prueba por lo que el diseño D-6 no presenta expansión, estos registros se ven reflejadas en el gráfico de tabulación porcentaje de expansión Vs tiempo.

Tabla 45

Tabla del ensayo de expansión del proceso de inmersión del diseño D-6

ENSAYO DE EXPANSIÓN													
Muestra		MUESTRA 01				MUESTRA 02				MUESTRA 03			
Tiempo Transcurrido		Dial	Deform		% de	Dial	Deform		% de	Dial	Deform		% de
Días	HH:MM	*0.001"	pulg	mm	Expans.	*0.001"	pulg	mm	Expans.	*0.001"	pulg	mm	Expans.
0	0 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
0.0625	1 hor 30 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
0.125	3 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
0.25	6 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
0.5	12 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
1	24 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
2	48 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
4	96 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%

Fuente: Elaboración Propia

Figura 77. Grafico del diseño D-6, porcentaje de expansión Vs tiempo



Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 46 se muestra la penetración expresada en milímetros para cada marcación del dial hasta llegar a 12.700 mm, en el caso del esfuerzo aplicado para cada penetración los registros fueron a partir de 0.00 kg/cm² hasta 137.38 kg/cm² para mayor compresión son tabulados en el gráfico Esfuerzo de penetración Vs penetración ver figura 78 los análisis se desarrollaron para una penetración de 2.54mm y 5.080 mm y sus cargas unitarias patrón de 70.31 y 105.46 kg/cm² respectivamente, las fuerzas obtenidas expresadas en kilogramos son traducidas a esfuerzos (kg/cm²) para ello se dividieron entre el área del pistón del anillo de carga 19.35 cm², los esfuerzos obtenidos son comparados con las cargas unitarias patrón 70.31 y 105.46 kg/cm³ haciendo una regla de tres simple con la finalidad de obtener el CBR, en este caso la capacidad de soporte del suelo para las muestras M-1, M-2 y M-3 del Diseño D-6 para energías de compactación de 55, 26 y 12 golpes fueron 32.32%, 22.24% y 13.59% cuando la penetración llega a 2.54mm y para una penetración de 5.080 mm los CBR obtenidos fueron 45.41%, 31.16% y 18.35%.

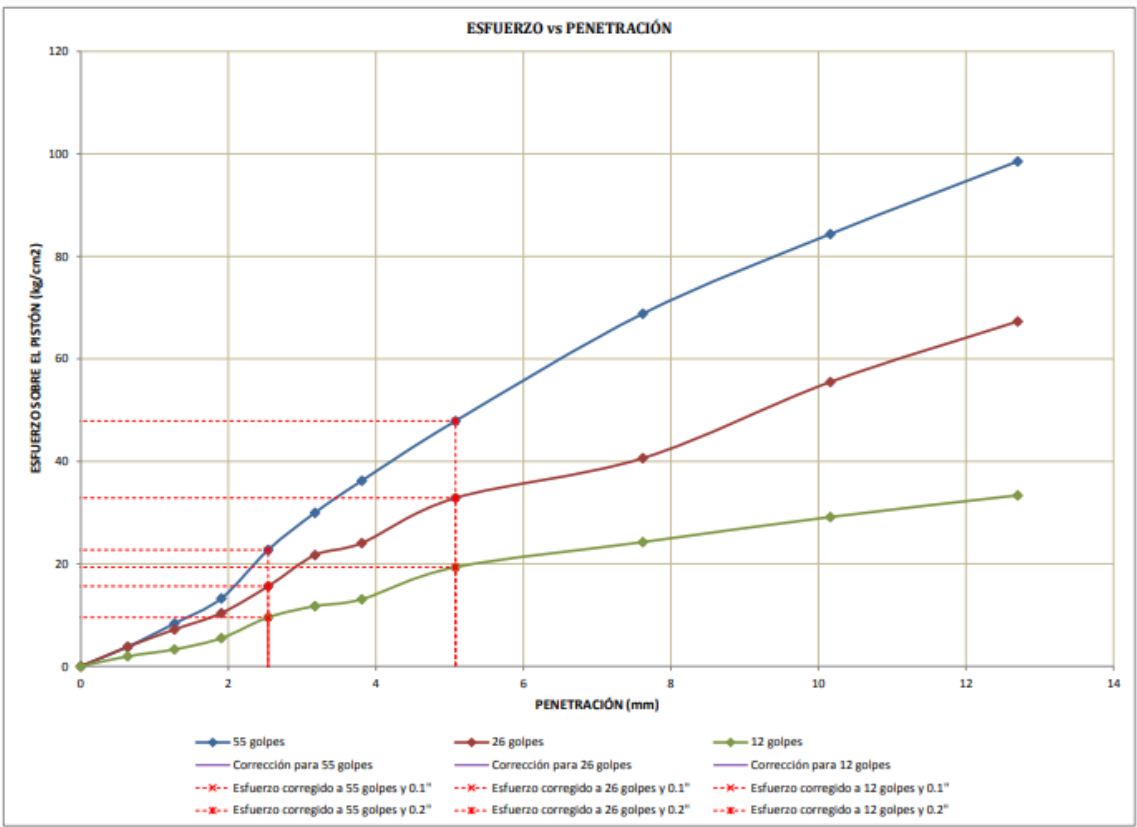
Tabla 46

Tabla del ensayo de penetración con el equipo anillo de carga

ENSAYO DE PENETRACIÓN														
Muestra			MUESTRA 01				MUESTRA 02				MUESTRA 03			
Carga Unitaria Patrón (kg/cm2)	Dial *0.001"	Penetración mm	Dial	Fuerza kg	Esfuer. kg/cm2	CBR %	Dial	Fuerza kg	Esfuer. kg/cm2	CBR %	Dial	Fuerza kg	Esfuer. kg/cm2	CBR %
	0	0.000	0	0.00	0.00		0	0.00	0.00		0	0.00	0.00	
	25	0.635	18	73.84	3.81		18	73.84	3.81		7	37.89	1.96	
	50	1.270	45	162.07	8.37		38	139.20	7.19		15	64.03	3.31	
	75	1.905	74	256.85	13.27		57	201.29	10.40		28	106.52	5.50	
70.31	100	2.540	130	439.86	22.73	32.32%	88	302.60	15.63	22.24%	52	184.95	9.56	13.59%
	125	3.175	173	580.39	29.99		124	420.25	21.71		65	227.44	11.75	
	150	3.810	210	701.31	36.23		138	466.01	24.08		73	253.58	13.10	
105.46	200	5.080	279	926.81	47.89	45.41%	190	635.95	32.86	31.16%	110	374.50	19.35	18.35%
	300	7.620	403	1332.05	68.82		236	786.28	40.62		139	469.28	24.25	
	400	10.160	495	1632.72	84.36		324	1073.87	55.48		168	564.05	29.14	
	500	12.700	579	1907.24	98.54		394	1302.64	67.30		193	645.75	33.36	

Fuente: Elaboración Propia

Figura 78. Grafico del diseño D-6, Esfuerzo de penetración Vs penetración



Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 47 se muestra el resumen de los CBR obtenidos para penetraciones de 0.1” y 0.2” los cuales son tabulados en la figura 79 con la finalidad

de obtener las capacidades de soporte california para una densidad seca maxima estos resultados finales se detallan en la tabla 48.

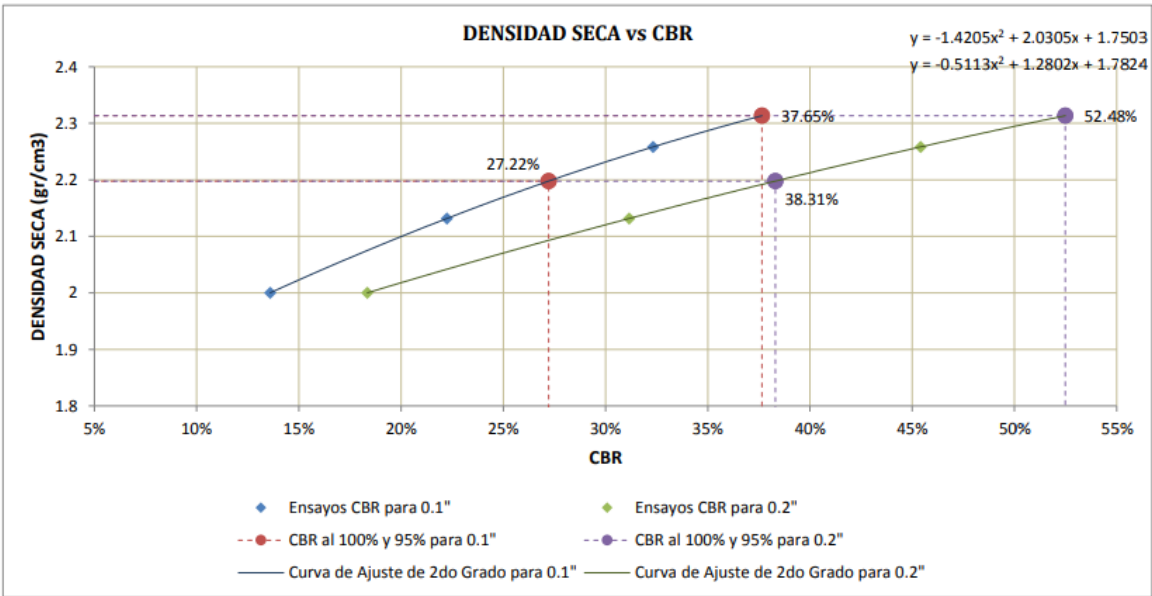
Tabla 47

Tabla resumen de las densidades secas y CBR del D-6

Número de Golpes	CBR		Densidad Seca
	0.1"	0.2"	
55	32.32%	45.41%	2.26 gr/cm3
26	22.24%	31.16%	2.13 gr/cm3
12	13.59%	18.35%	2.00 gr/cm3

Fuente: Elaboración Propia

Figura 79. Grafico del diseño D-6, Densidad Seca Vs CBR



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 48

Tabla de resultados finales de CBR al 95% y al 100% del diseño D-6

	0.1"
CBR al 100% de la DSM	37.65%
CBR al 95% de la DSM	27.22%

Fuente: Elaboración Propia

Resultados para diseño D-7 con porcentajes de 2% de mucilago de gigantón y 0.5% de aditivo policarboxilato fluidizante SR-100.

Tabla 49

Tabla de resultados del ensayo de compactación y ensayo de inmersión por 96 horas para el diseño D-7 con 2% de mucilago de gigantón y 0.5% de aditivo policarboxilato fluidizante SR-100.

ENSAYO DE COMPACTACIÓN						
Muestra	MUESTRA 01		MUESTRA 02		MUESTRA 03	
Número de Golpes por Capa	55		26		12	
Condición de la Muestra	Cont. Hum. Óptimo	Saturada	Cont. Hum. Óptimo	Saturada	Cont. Hum. Óptimo	Saturada
Ubicación del Contenido de Humedad	Medio	Arriba	Medio	Arriba	Medio	Arriba
Peso de Capsula (gr)	18.81	20.04	15.61	19.11	13.45	19.35
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	118.41	104.44	101.75	114.02	95.32	112.15
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	113.24	100.01	97.49	108.11	91.38	105.79
Peso del Agua (gr)	5.17	4.43	4.26	5.91	3.94	6.36
Peso de la Muestra Seca (gr)	94.43	79.97	81.88	89.00	77.93	86.44
Contenido de Humedad	5.47%	5.54%	5.20%	6.64%	5.06%	7.36%
Porcentaje de Absorción	-	0.06%	-	1.44%	-	2.30%
Peso del Molde (gr)	6967		7179.5		7280	
Peso del Molde + Muestra Húmeda (gr)	12044	12084.5	11999	12080.5	11822	11954
Peso de la Muestra Húmeda (gr)	5077	5117.5	4819.5	4901	4542	4674
Peso de la Muestra Seca (gr)	4813.46		4581.15		4323.42	
Peso del Agua Absorbida (gr)	-	40.5	-	81.5	-	132
Porcentaje de Absorción	-	0.84%	-	1.78%	-	3.05%
Densidad húmeda (gr/cm3)	2.39	2.41	2.27	2.31	2.14	2.20
Densidad Seca (gr/cm3)	2.27	2.27	2.16	2.16	2.04	2.04

Fuente: Elaboración Propia

De la tabla 50, según los registros en el proceso de inmersión de la muestra M-1, M-2 Y M-3 del D-7 para muestras compactadas con 55, 26 y 12 golpes de energía las muestras no presentaron variaciones en sus volúmenes durante las 96 horas de prueba por lo que el diseño D-7 no presenta expansión, estos registros se ven reflejadas en el gráfico de tabulación porcentaje de expansión Vs tiempo.

Tabla 50

Tabla del ensayo de expansión del proceso de inmersión del diseño D-7

ENSAYO DE EXPANSIÓN													
Muestra		MUESTRA 01				MUESTRA 02				MUESTRA 03			
Tiempo Transcurrido		Dial	Deform		% de	Dial	Deform		% de	Dial	Deform		% de
Días	HH:MM	*0.001"	pulg	mm	Expans.	*0.001"	pulg	mm	Expans.	*0.001"	pulg	mm	Expans.
0	0 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
0.0625	1 hor 30 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
0.125	3 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
0.25	6 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
0.5	12 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
1	24 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
2	48 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
4	96 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%

Fuente: Elaboración Propia

Figura 80. Grafico del diseño D-7, porcentaje de expansión Vs tiempo



Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 51 se muestra la penetración expresada en milímetros para cada marcación del dial hasta llegar a 12.700 mm, en el caso del esfuerzo aplicado para cada penetración los registros fueron a partir de 0.00 kg/cm² hasta 137.38 kg/cm² para mayor compresión son tabulados en el gráfico Esfuerzo de penetración Vs penetración ver figura 81, los análisis se desarrollaron para una penetración de 2.54mm y 5.080 mm y sus cargas unitarias patrón de 70.31 y 105.46 kg/cm² respectivamente, las fuerzas obtenidas expresadas en kilogramos son traducidas a esfuerzos (kg/cm²) para ello se dividieron entre el área del pistón del anillo de carga 19.35 cm², los esfuerzos obtenidos son comparados con las cargas unitarias patrón 70.31 y 105.46 kg/cm³ haciendo una regla de tres simple con la finalidad de obtener el CBR, en este caso la capacidad de soporte del suelo para las muestras M-1, M-2 y M-3 del Diseño D-7 para energías de compactación de 55, 26 y 12 golpes fueron 36.65%, 29.20% y 16.71% cuando la penetración llega a 2.54mm y para una penetración de 5.080 mm los CBR obtenidos fueron 52.13%, 38.04% y 19.47%.

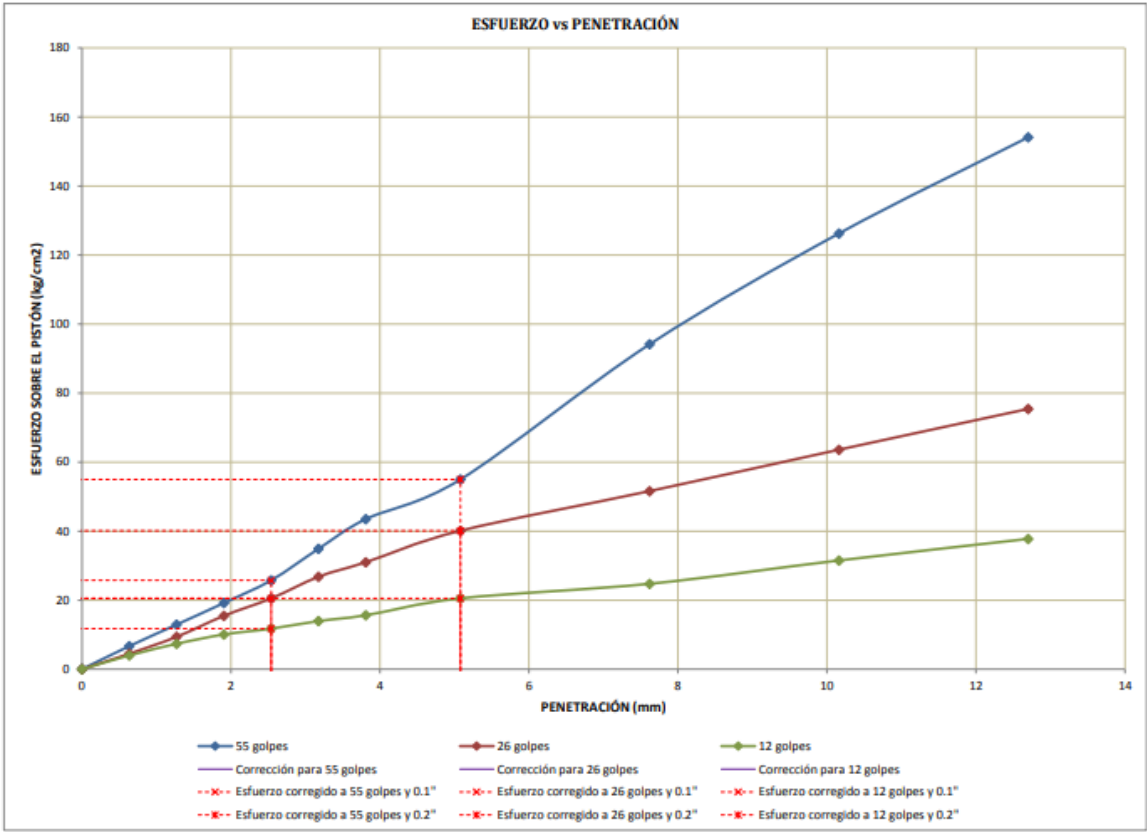
Tabla 51

Tabla del ensayo de penetración con el equipo anillo de carga

ENSAYO DE PENETRACIÓN														
Muestra			MUESTRA 01				MUESTRA 02				MUESTRA 03			
Carga Unitaria	Dial	Penetración	Dial	Fuerza	Esfuer.	CBR	Dial	Fuerza	Esfuer.	CBR	Dial	Fuerza	Esfuer.	CBR
Patrón (kg/cm2)	*0.001"	mm		kg	kg/cm2	%		kg	kg/cm2	%		kg	kg/cm2	%
	0	0.000	0	0.00	0.00		0	0.00	0.00		0	0.00	0.00	
	25	0.635	35	129.39	6.69		22	86.91	4.49		19	77.10	3.98	
	50	1.270	72	250.31	12.93		51	181.68	9.39		39	142.47	7.36	
	75	1.905	109	371.23	19.18		87	299.33	15.47		55	194.76	10.06	
70.31	100	2.540	148	498.69	25.77	36.65%	117	397.38	20.53	29.20%	65	227.44	11.75	16.71%
	125	3.175	202	675.17	34.88		154	518.30	26.78		78	269.92	13.95	
	150	3.810	253	841.84	43.50		179	600.00	31.00		88	302.60	15.63	
105.46	200	5.080	321	1064.07	54.98	52.13%	233	776.48	40.12	38.04%	117	397.38	20.53	19.47%
	300	7.620	553	1822.27	94.15		301	998.71	51.60		142	479.08	24.75	
	400	10.160	743	2443.71	126.73		377	1230.74	63.50		182	609.80	31.51	
	500	12.700	908	2982.44	154.09		442	1459.51	75.41		219	730.72	37.75	

Fuente: Elaboración Propia

Figura 81. Grafico del diseño D-7, Esfuerzo de penetración Vs penetración



Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 52 se muestra el resumen de los CBR obtenidos para penetraciones de 0.1\"

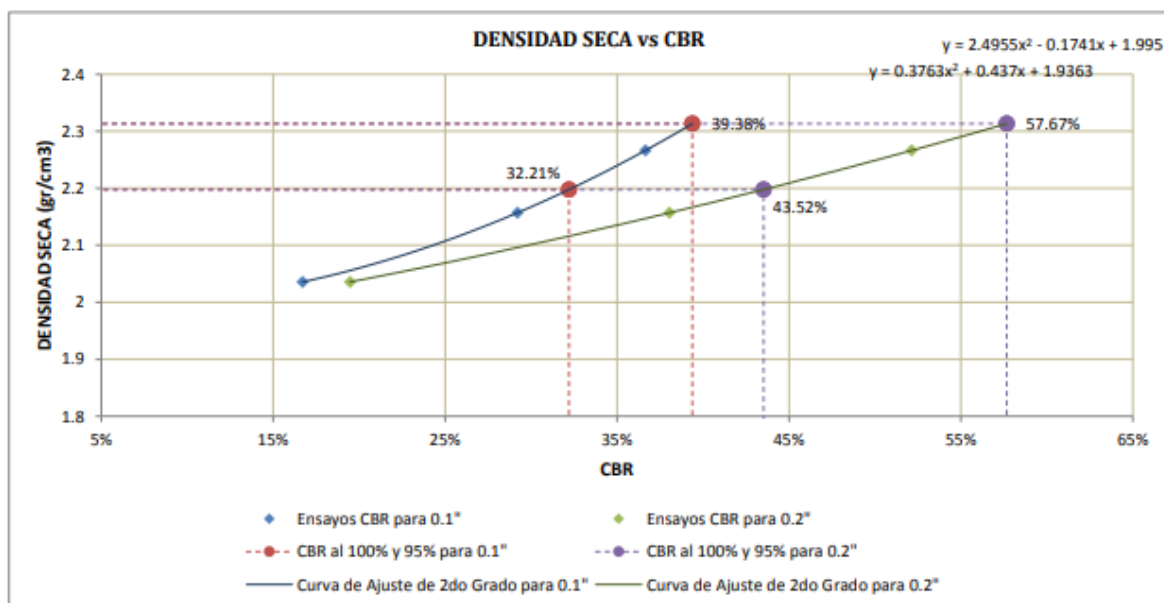
Tabla 52

Resumen de CBR Y densidad seca del diseño D-7

Número de Golpes	CBR		Densidad Seca
	0.1"	0.2"	
55	36.65%	52.13%	2.27 gr/cm3
26	29.20%	38.04%	2.16 gr/cm3
12	16.71%	19.47%	2.04 gr/cm3

Fuente: Elaboración Propia

Figura 82. *Grafico del diseño D-7, Densidad Seca Vs CBR*



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 53

Tabla de resultados finales de CBR al 95% y al 100% del diseño D-7

	0.1"
CBR al 100% de la DSM	39.38%
CBR al 95% de la DSM	32.21%

Fuente: Elaboración Propia

Resultados para diseño D-8 con porcentajes de 0% de mucilago de gigantón y 0.5% de aditivo policarboxilato fluidizante SR-100.

Tabla 54

Tabla de resultados del ensayo de compactación y ensayo de inmersión por 96 horas para el diseño D-8 con 0% de mucilago de gigantón y 0.5% de aditivo policarboxilato fluidizante SR-100.

ENSAYO DE COMPACTACIÓN						
Muestra	MUESTRA 01		MUESTRA 02		MUESTRA 03	
Número de Golpes por Capa	55		26		12	
Condición de la Muestra	Cont. Hum. Óptimo	Saturada	Cont. Hum. Óptimo	Saturada	Cont. Hum. Óptimo	Saturada
Ubicación del Contenido de Humedad	Medio	Arriba	Medio	Arriba	Medio	Arriba
Peso de Capsula (gr)	18.81	18.29	15.36	19.18	18.49	16.36
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	122.09	85.36	79.06	108.45	105.07	104.64
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	116.59	81.69	75.78	103.05	100.78	99.29
Peso del Agua (gr)	5.50	3.67	3.28	5.40	4.29	5.35
Peso de la Muestra Seca (gr)	97.78	63.40	60.42	83.87	82.29	82.93
Contenido de Humedad	5.62%	5.79%	5.43%	6.44%	5.21%	6.45%
Porcentaje de Absorción	-	0.16%	-	1.01%	-	1.24%
Peso del Molde (gr)	7172.5		7373.9		7214	
Peso del Molde + Muestra Húmeda (gr)	12219	12232.5	12264	12317.5	12002.5	12078
Peso de la Muestra Húmeda (gr)	5046.5	5060	4890.1	4943.6	4788.5	4864
Peso de la Muestra Seca (gr)	4777.76		4638.30		4551.23	
Peso del Agua Absorbida (gr)	-	13.5	-	53.5	-	75.5
Porcentaje de Absorción	-	0.28%	-	1.15%	-	1.66%
Densidad húmeda (gr/cm3)	2.38	2.38	2.30	2.33	2.25	2.29
Densidad Seca (gr/cm3)	2.25	2.25	2.18	2.18	2.14	2.14

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla N°55, según los registros en el proceso de inmersión de la muestra M-1, M-2 Y M-3 del D-8 para muestras compactadas con 55, 26 y 12 golpes de energía las muestras no presentaron variaciones en sus volúmenes durante las 96 horas de prueba por lo que el diseño D-8 no presenta expansión, estos registros se ven reflejadas en el gráfico de tabulación porcentaje de expansión Vs tiempo.

Tabla 55

Tabla del ensayo de expansión del proceso de inmersión del diseño D-8

ENSAYO DE EXPANSIÓN													
Muestra		MUESTRA 01				MUESTRA 02				MUESTRA 03			
Tiempo Transcurrido		Dial	Deform		% de	Dial	Deform		% de	Dial	Deform		% de
Días	HH:MM	*0.001"	pulg	mm	Expans.	*0.001"	pulg	mm	Expans.	*0.001"	pulg	mm	Expans.
0	0 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
0.0625	1 hor 30 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
0.125	3 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
0.25	6 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
0.5	12 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
1	24 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
2	48 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
4	96 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%

Fuente: Elaboración Propia

Figura 83. Grafico del diseño D-8, porcentaje de expansión Vs tiempo



Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 56 se muestra la penetración expresada en milímetros para cada marcación del dial hasta llegar a 12.700 mm, en el caso del esfuerzo aplicado para cada penetración los registros fueron a partir de 0.00 kg/cm² hasta 137.38 kg/cm² para mayor compresión son tabulados en el gráfico Esfuerzo de penetración Vs penetración ver figura 84, los análisis se desarrollaron para una penetración de 2.54mm y 5.080 mm y sus cargas unitarias patrón de 70.31 y 105.46 kg/cm² respectivamente, las fuerzas obtenidas expresadas en kilogramos son traducidas a esfuerzos (kg/cm²) para ello se dividieron entre el área del pistón del anillo de carga 19.35 cm², los esfuerzos obtenidos son comparados con las cargas unitarias patrón 70.31 y 105.46 kg/cm³ haciendo una regla de tres simple con la finalidad de obtener el CBR, en este caso la capacidad de soporte del suelo para las muestras M-1, M-2 y M-3 del Diseño D-8 para energías de compactación de 55, 26 y 12 golpes fueron 40.01%, 31.60% y 19.84% cuando la penetración llega a 2.54mm y para una penetración de 5.080 mm los CBR obtenidos fueron 55.01%, 42.04% y 33.56%.

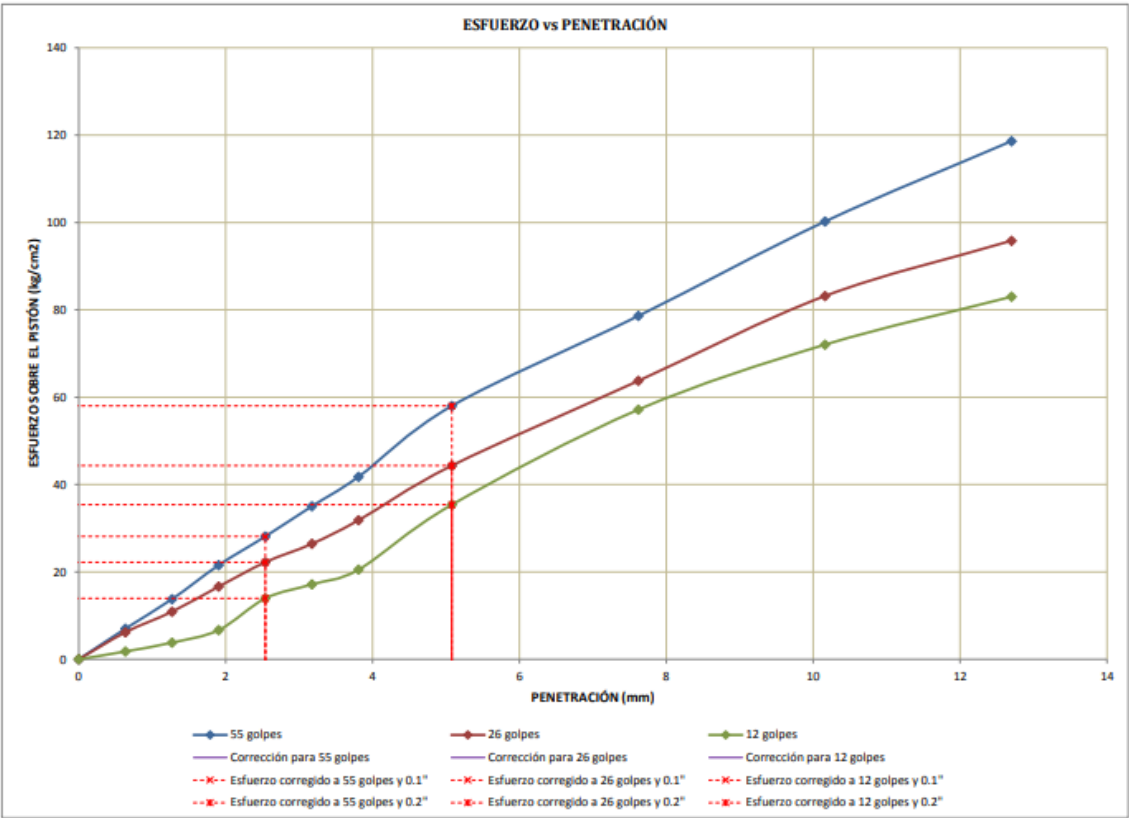
Tabla 56

Tabla del ensayo de penetración con el equipo anillo de carga

ENSAJO DE PENETRACIÓN														
Muestra			MUESTRA 01				MUESTRA 02				MUESTRA 03			
Carga Unitaria Patrón (kg/cm2)	Dial *0.001"	Penetración mm	Dial	Fuerza kg	Esfuer. kg/cm2	CBR %	Dial	Fuerza kg	Esfuer. kg/cm2	CBR %	Dial	Fuerza kg	Esfuer. kg/cm2	CBR %
	0	0.000	0	0.00	0.00		0	0.00	0.00		0	0.00	0.00	
	25	0.635	37	135.93	7.02		32	119.59	6.18		6	34.62	1.79	
	50	1.270	77	266.65	13.78		60	211.10	10.91		18	73.84	3.81	
	75	1.905	123	416.99	21.54		94	322.21	16.65		35	129.39	6.69	
70.31	100	2.540	162	544.44	28.13	40.01%	127	430.06	22.22	31.60%	78	269.92	13.95	19.84%
	125	3.175	203	678.43	35.05		152	511.76	26.44		97	332.02	17.15	
	150	3.810	243	809.16	41.81		184	616.34	31.84		117	397.38	20.53	
105.46	200	5.080	339	1122.90	58.02	55.01%	258	858.18	44.34	42.04%	205	684.97	35.39	33.56%
	300	7.620	461	1521.60	78.23		373	1234.01	63.76		334	1106.55	57.17	
	400	10.160	589	1939.92	100.23		488	1609.84	83.18		422	1394.15	72.03	
	500	12.700	698	2296.14	118.63		563	1854.95	95.84		487	1606.57	83.01	

Fuente: Elaboración Propia

Figura 84. Grafico del diseño D-8, Esfuerzo de penetración Vs penetración



Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 57 se muestra el resumen de los CBR obtenidos para penetraciones de 0.1" y 0.2" los cuales son tabulados en la figura 85 con la finalidad

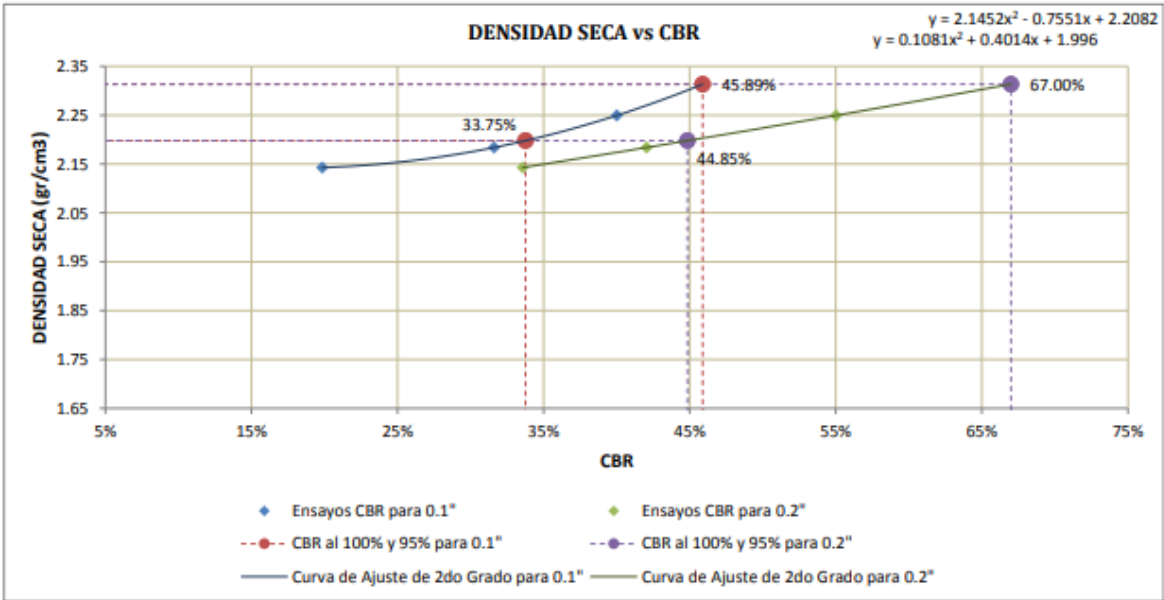
de obtener las capacidades de soporte california para una densidad seca máxima estos resultados finales se detallan en la tabla N°58.

Tabla 57
Resumen de CBR y densidad seca del diseño D-8

Número de Golpes	CBR		Densidad Seca
	0.1"	0.2"	
55	40.01%	55.01%	2.25 gr/cm3
26	31.60%	42.04%	2.18 gr/cm3
12	19.84%	33.56%	2.14 gr/cm3

Fuente: Elaboración Propia

Figura 85. *Grafico del diseño D-8, Densidad Seca Vs CBR*



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 58
Tabla de resultados finales de CBR al 95% y al 100% del diseño D-8

	0.1"
CBR al 100% de la DSM	45.89%
CBR al 95% de la DSM	33.75%

Fuente: Elaboración Propia

Resultados para diseño D-9 con porcentajes de 0.5% de mucilago de gigantón y 0.5% de aditivo policarboxilato fluidizante SR-100.

Tabla 59

Tabla de resultados del ensayo de compactación y ensayo de inmersión por 96 horas para el diseño D-9 con 0.5% de mucilago de gigantón y 0.5% de aditivo policarboxilato fluidizante SR-100.

ENSAYO DE COMPACTACIÓN						
Muestra	MUESTRA 01		MUESTRA 02		MUESTRA 03	
Número de Golpes por Capa	55		26		12	
Condición de la Muestra	Cont. Hum. Óptimo	Saturada	Cont. Hum. Óptimo	Saturada	Cont. Hum. Óptimo	Saturada
Ubicación del Contenido de Humedad	Medio	Arriba	Medio	Arriba	Medio	Arriba
Peso de Capsula (gr)	18.81	18.29	15.36	19.18	18.49	16.36
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	122.09	85.36	79.06	108.45	105.07	104.64
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	116.59	81.69	75.78	103.05	100.78	99.29
Peso del Agua (gr)	5.50	3.67	3.28	5.40	4.29	5.35
Peso de la Muestra Seca (gr)	97.78	63.40	60.42	83.87	82.29	82.93
Contenido de Humedad	5.62%	5.79%	5.43%	6.44%	5.21%	6.45%
Porcentaje de Absorción	-	0.16%	-	1.01%	-	1.24%
Peso del Molde (gr)	7172.5		7373.9		7214	
Peso del Molde + Muestra Húmeda (gr)	12219	12232.5	12264	12317.5	12002.5	12078
Peso de la Muestra Húmeda (gr)	5046.5	5060	4890.1	4943.6	4788.5	4864
Peso de la Muestra Seca (gr)	4777.76		4638.30		4551.23	
Peso del Agua Absorbida (gr)	-	13.5	-	53.5	-	75.5
Porcentaje de Absorción	-	0.28%	-	1.15%	-	1.66%
Densidad húmeda (gr/cm3)	2.38	2.38	2.30	2.33	2.25	2.29
Densidad Seca (gr/cm3)	2.25	2.25	2.18	2.18	2.14	2.14

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 60 según los registros en el proceso de inmersión de la muestra M-1, M-2 Y M-3 del D-9 para muestras compactadas con 55, 26 y 12 golpes de energía las muestras no presentaron variaciones en sus volúmenes durante las 96 horas de prueba por lo que el diseño D-9 no presenta expansión, estos registros se ven reflejadas en el gráfico de tabulación porcentaje de expansión Vs tiempo.

Tabla 60

Tabla del ensayo de expansión del proceso de inmersión del diseño D-9

ENSAYO DE EXPANSIÓN													
Muestra		MUESTRA 01				MUESTRA 02				MUESTRA 03			
Tiempo Transcurrido		Dial	Deform		% de	Dial	Deform		% de	Dial	Deform		% de
Días	HH-MM	*0.001"	pulg	mm	Expans.	*0.001"	pulg	mm	Expans.	*0.001"	pulg	mm	Expans.
0	0 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
0.0625	1 hor 30 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
0.125	3 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
0.25	6 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
0.5	12 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
1	24 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
2	48 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
4	96 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%

Fuente: Elaboración Propia

Figura 86. Grafico del diseño D-9, porcentaje de expansión Vs tiempo



Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 61 se muestra la penetración expresada en milímetros para cada marcación del dial hasta llegar a 12.700 mm, en el caso del esfuerzo aplicado para cada penetración los registros fueron a partir de 0.00 kg/cm² hasta 137.38 kg/cm² para mayor compresión son tabulados en el gráfico Esfuerzo de penetración Vs penetración ver figura 87, los análisis se desarrollaron para una penetración de 2.54mm y 5.080 mm y sus cargas unitarias patrón de 70.31 y 105.46 kg/cm² respectivamente, las fuerzas obtenidas expresadas en kilogramos son traducidas a esfuerzos (kg/cm²) para ello se dividieron entre el área del pistón del anillo de carga 19.35 cm², los esfuerzos obtenidos son comparados con las cargas unitarias patrón 70.31 y 105.46 kg/cm³ haciendo una regla de tres simple con la finalidad de obtener el CBR, en este caso la capacidad de soporte del suelo para las muestras M-1, M-2 y M-3 del Diseño D-9 para energías de compactación de 55, 26 y 12 golpes fueron 40.01%, 31.60% y 19.84% cuando la penetración llega a 2.54mm y para una penetración de 5.080 mm los CBR obtenidos fueron 55.01%, 42.04% y 33.56%.

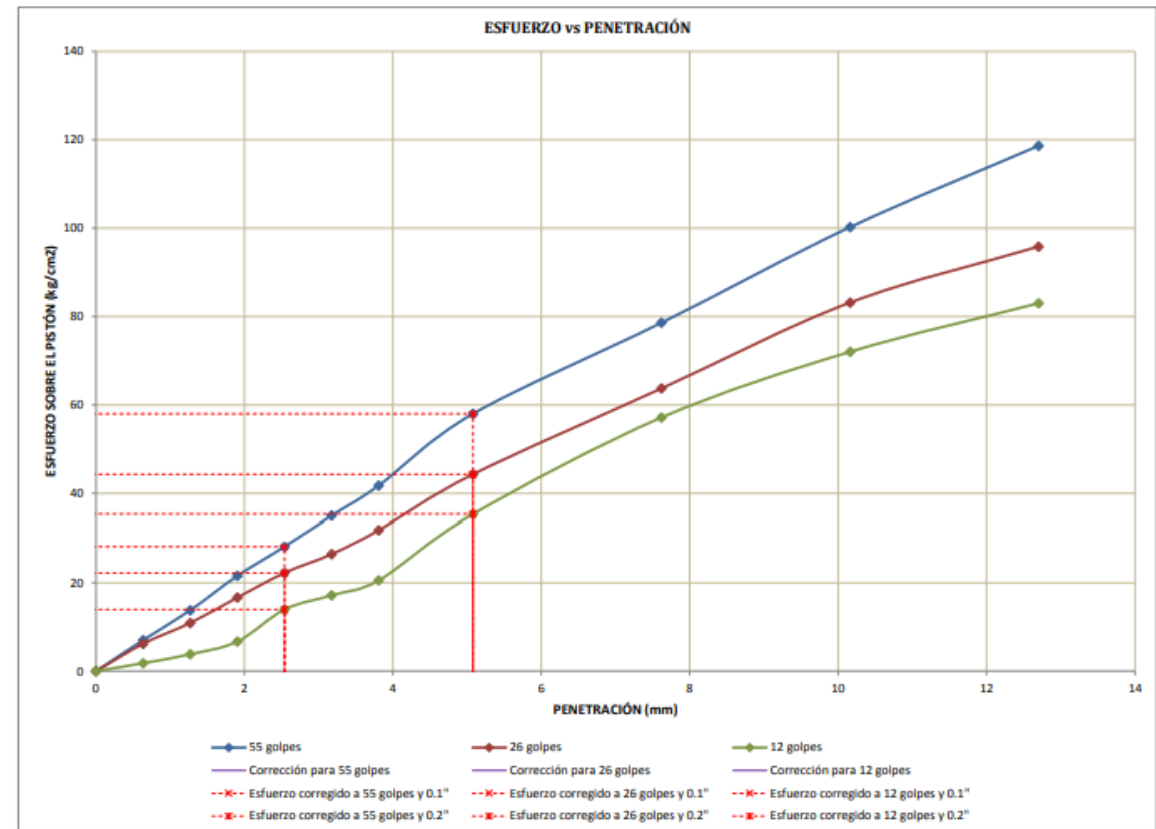
Tabla 61

Tabla del ensayo de penetración con el equipo anillo de carga

ENSAYO DE PENETRACIÓN														
Muestra			MUESTRA 01				MUESTRA 02				MUESTRA 03			
Carga Unitaria Patrón (kg/cm2)	Dial "0.001"	Penetración mm	Dial	Fuerza kg	Esfuer. kg/cm2	CBR %	Dial	Fuerza kg	Esfuer. kg/cm2	CBR %	Dial	Fuerza kg	Esfuer. kg/cm2	CBR %
	0	0.000	0	0.00	0.00		0	0.00	0.00		0	0.00	0.00	
	25	0.635	37	135.93	7.02		32	119.59	6.18		6	34.62	1.79	
	50	1.270	77	266.65	13.78		60	211.10	10.91		18	73.84	3.81	
	75	1.905	123	416.99	21.54		94	322.21	16.65		35	129.39	6.69	
70.31	100	2.540	162	544.44	28.13	40.01%	127	430.06	22.22	31.60%	78	269.92	13.95	19.84%
	125	3.175	203	678.43	35.05		152	511.76	26.44		97	332.02	17.15	
	150	3.810	243	809.16	41.81		184	616.34	31.84		117	397.38	20.53	
105.46	200	5.080	339	1122.90	58.02	55.01%	258	858.18	44.34	42.04%	205	684.97	35.39	33.56%
	300	7.620	461	1521.60	78.62		373	1234.01	63.76		334	1106.55	57.17	
	400	10.160	589	1939.92	100.23		488	1609.84	83.18		422	1394.15	72.03	
	500	12.700	698	2296.14	118.63		563	1854.95	95.84		487	1606.57	83.01	

Fuente: Elaboración Propia

Figura 87. Grafico del diseño D-9, Esfuerzo de penetración Vs penetración



Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 62 se muestra el resumen de los CBR obtenidos para penetraciones de 0.1" y 0.2" los cuales son tabulados en la figura 88 con la finalidad

de obtener las capacidades de soporte california para una densidad seca máxima estos resultados finales se detallan en la tabla 63.

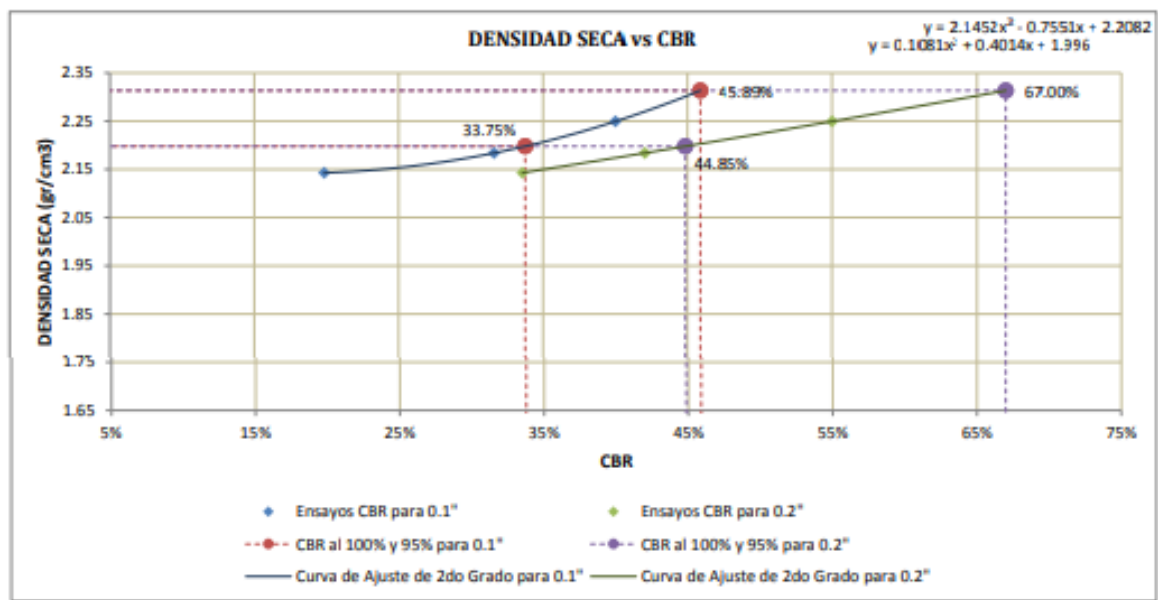
Tabla 62

Resumen de CBR y Densidad Seca del diseño D-9

Número de Golpes	CBR		Densidad Seca
	0.1"	0.2"	
55	40.01%	55.01%	2.25 gr/cm3
26	31.60%	42.04%	2.18 gr/cm3
12	19.84%	33.56%	2.14 gr/cm3

Fuente: Elaboración Propia

Figura 88. *Grafico del diseño D-9, Densidad Seca Vs CBR*



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 63

Tabla de resultados finales de CBR al 95% y al 100% del diseño D-9

	0.1"
CBR al 100% de la DSM	45.89%
CBR al 95% de la DSM	33.75%

Fuente: Elaboración Propia

4.2. Interpretación de Resultados

Capacidad de soporte california CBR

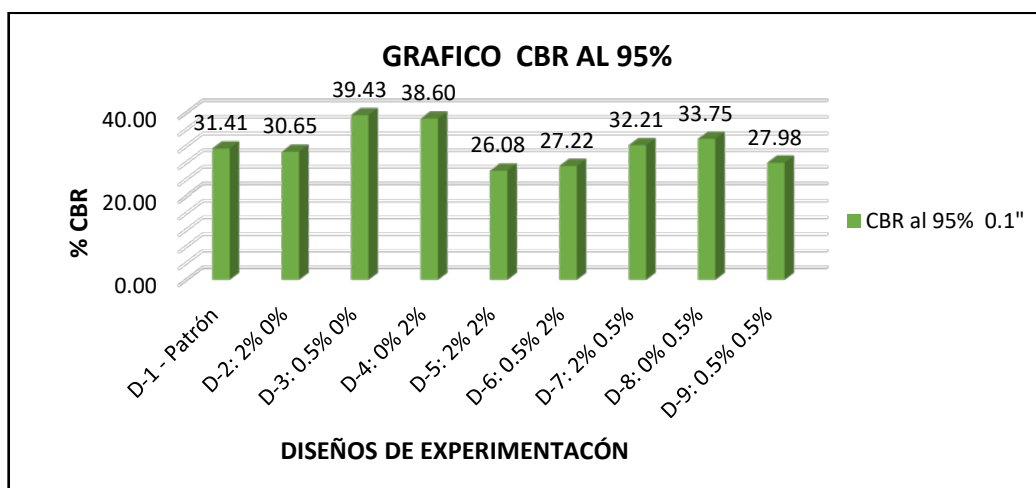
Tabla 64

Resumen de resultados de los 9 diseños para CBR al 95% cuando se tiene una penetración de 0.1”.

Tabla de resumen de resultados de porcentajes CBR de los 9 diseños				
Diseños de experimentación	Dosificaciones con aditivos		CBR al 95%	
	Mucilago de gigantón (%)	Policarboxilato fluidizante SR-1000 (%)	0.1"	Incremento respecto al patrón
D-1 - Patrón	0	0	31.41	
D-2: 2% 0%	2	0	30.65	-0.76
D-3: 0.5% 0%	0.5	0	39.43	8.02
D-4: 0% 2%	0	2	38.60	7.19
D-5: 2% 2%	2	2	26.08	-5.33
D-6: 0.5% 2%	0.5	2	27.22	-4.19
D-7: 2% 0.5%	2	0.5	32.21	0.80
D-8: 0% 0.5%	0	0.5	33.75	2.34
D-9: 0.5% 0.5%	0.5	0.5	27.98	-3.43

Fuente: Elaboración Propia

Figura 89. Resultados CBR de los 9 diseños analizados al 95%



Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a los resultados obtenidos la tabla 64 muestra los resultados del ensayo CBR de los 9 diseños al 95% y para una penetración de 0.1” ejecutados según las normas MTC E 132, ASTM D-1883 y AASHTO T-193. De la figura 89 que muestra los resultados CBR para cada diseño comparado al 95%. El D-1 que es la

muestra patrón sin la adición de aditivos presento un CBR de 31.41% respecto a este diseño se obtuvieron mejorías en los diseños D-3, D-4, D-7 y D-8 incrementando en 8.02%, 7.19%, 0.80% y 2.34%. respectivamente, en cuanto a los diseños D-2, D-5, D-6 y D-9 no presentaron mejorías teniendo incrementos negativos de -0.76%, -5.33%, -4.19% y -3.43% respectivamente. En base a los resultados obtenidos la primera hipótesis se acepta parcialmente por que algunos diseños mejoraron como el caso de los diseños D-3, D-4, D-7 y D-8 incrementando respecto a la muestra patrón y los diseños D-2, D-5, D-6 y D-9 disminuyeron, pero en general con respecto a las normas de calidad MTC E 115-2000 ninguno de los diseños cumple con los requisitos mínimos para material de base.

Expansión de muestras

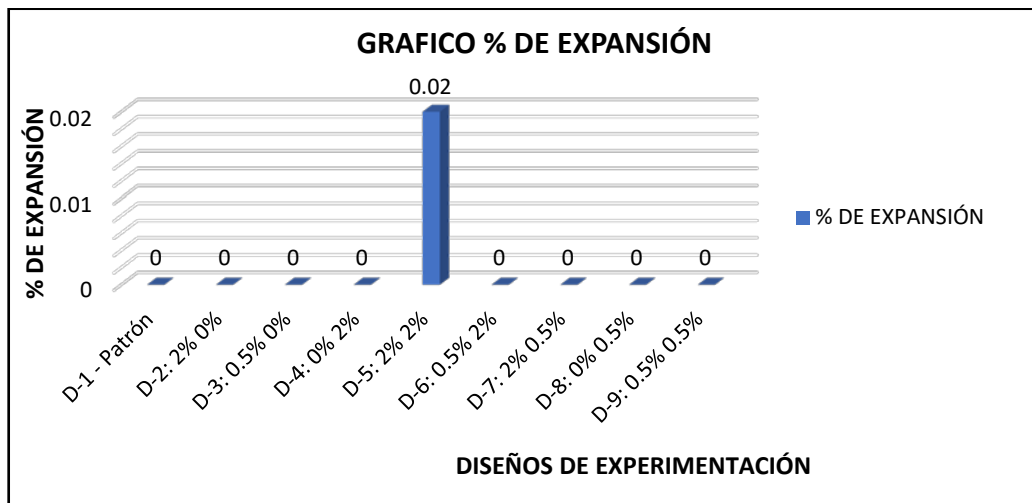
Tabla 65

Resumen de resultados de los 9 diseños para la expansión con energía de compactación de 55 golpes.

Tabla de resumen % de expansión muestras compactadas con 55 golpes			
Diseños	V. Inicial (cm3)	V. Final (cm3)	% de expansión
D-1 - Patrón	2123.92	2123.92	0
D-2: 2% 0%	2123.92	2123.92	0
D-3: 0.5% 0%	2123.92	2123.92	0
D-4: 0% 2%	2123.92	2123.92	0
D-5: 2% 2%	2123.92	2124.34	0.02
D-6: 0.5% 2%	2123.92	2123.92	0
D-7: 2% 0.5%	2123.92	2123.92	0
D-8: 0% 0.5%	2123.92	2123.92	0
D-9: 0.5% 0.5%	2123.92	2123.92	0

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 90. % de Expansión



Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 66 contiene el potencial de hinchamiento de suelos en función a su índice de plasticidad, el material de cantera Sencca tiene 10.22% de IP y por consecuencia el potencial de expansión es Baja (Nurliana Panjaitan, 2014 pág. 01).

Tabla 66

Potencial de hinchazón con el índice de plasticidad

Potencial de hinchamiento	Índice de plasticidad (IP)
Bajo	0-15
Medio	10-35
Elevado	20-55
Muy Alto	>55

Fuente: Revista de investigación de ingeniería civil 2014.

En la tabla N°67 se aprecia el grado de expansión de un suelo en función a su porcentaje de expansión, de los 9 diseños sumergidos en agua por 96 horas el único diseño D-5 fue quien experimento una expansión de 0.02% y el resto de diseños no hubo variaciones en sus volúmenes por lo que el material de Sencca presenta un grado expansivo bajo (Nurliana Panjaitan, 2014 pág. 02).

Tabla 67

Clasificación del grado de expansión comparado con el porcentaje de expansión.

Grado de expansión	Expansión, S (%)
Bajo	0-1,5
Medio	1,5-5
Alto	5,0-25
Muy Alto	>25

Fuente: Revista de investigación de ingeniería civil 2014.

En la tabla 65 se muestra el resumen de los porcentajes de expansión obtenidos del ensayo de inmersión en agua por un tiempo de 96 horas, y en la figura 90 muestra al diseño D-5 presento una expansión de 0.02 % que equivale a 0.42 cm³ respecto al volumen del molde 2123.92 cm³ el resto de diseños no presentaron variaciones en sus volúmenes iniciales. En base a los resultados obtenidos la segunda hipótesis específica se acepta dado que los porcentajes de expansión son nulos esto demuestra que los diseños no mostraron una variación de sus volúmenes iniciales esto indica que el material es estable a las inclemencias climáticas cuando se aplican el aditivo policarboxilato fluidizante sr-1000 en 2% y 0.5%.

Densidad humedad

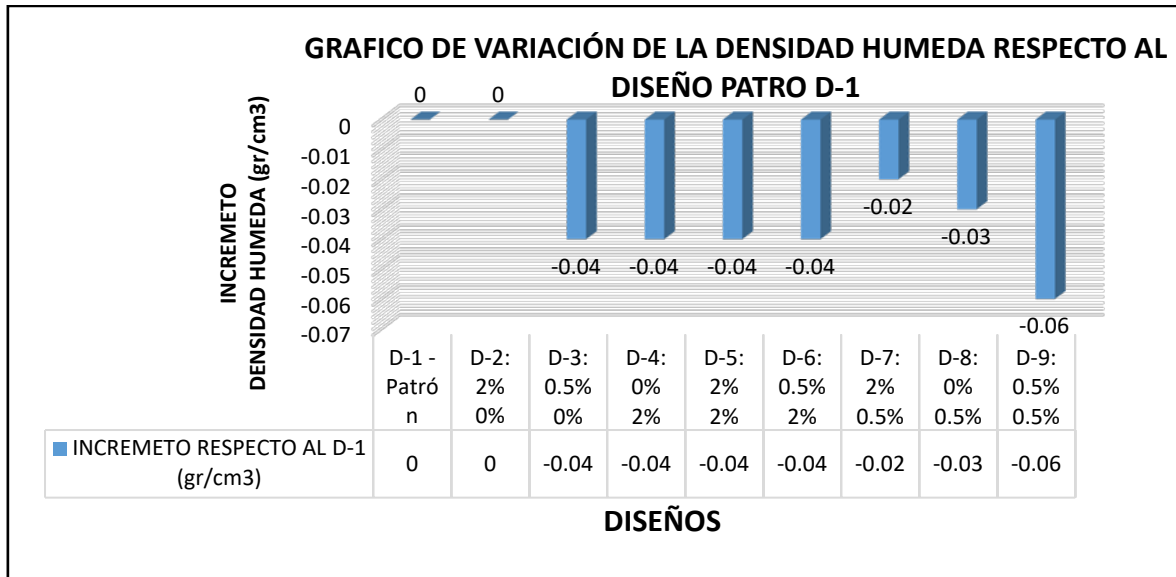
Tabla 68

Resumen de resultados de los 9 diseños para la densidad húmeda al 95% cuando se tiene una penetración de 0.1" con energía de compactación de 55 golpes.

Tabla de resumen de densidad humedad para 55 golpes de energía de compactación		
Diseños	Densidad Húmeda (gr/cm ³)	Incremento respecto al D-1 (gr/cm ³)
D-1 - Patrón	2.41	0
D-2: 2% 0%	2.41	0
D-3: 0.5% 0%	2.37	-0.04
D-4: 0% 2%	2.37	-0.04
D-5: 2% 2%	2.37	-0.04
D-6: 0.5% 2%	2.37	-0.04
D-7: 2% 0.5%	2.39	-0.02
D-8: 0% 0.5%	2.38	-0.03
D-9: 0.5% 0.5%	2.35	-0.06

Fuente: Elaboración Propia

Figura 91. Gráfico de variación de la densidad húmeda respecto al diseño para D-1.



Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 68 se muestra el resumen de las densidades húmedas de los diseños del D-1 al D-9 experimentados expresadas en gr/cm³, de la figura 91 se puede apreciar que el diseño D-1 como muestra patrón tuvo una densidad húmeda de 2.41 gr/cm³ al igual que el diseño D-2 y el resto de los diseños D-3, D-4, D-5, D-6, D-7, D-8, y D-9 presentaron una disminución mínima respecto al diseño patrón, en -0.04, -0.04, -0.04, -0.04, -0.02, -0.03 y -0.06 gr/cm³ respectivamente con estos resultados obtenidos no se tiene mejoras en la propiedad física de densidad húmeda del material de base en la cantera de Sencca, por razones que al momento del proceso de mezclado y compactado cada una de las muestras experimentaron variaciones de poros y vacíos por la adición de los aditivos Mucilago de Gigantón (MG) y policarboxilato Fluidizante SR-1000, a ello responde una disminución de la masa del suelo compactada por cada unidad de volumen de cada muestra ensayada. En base a los resultados obtenidos de la propiedad física de las densidades húmedas de cada diseño la tercera hipótesis específica se rechaza parcialmente por que los diseños del D-3 al D-9 no mejoran la densidad húmeda del material y el diseño D-2 se mantiene la densidad húmeda con respecto al patrón.

Densidad seca

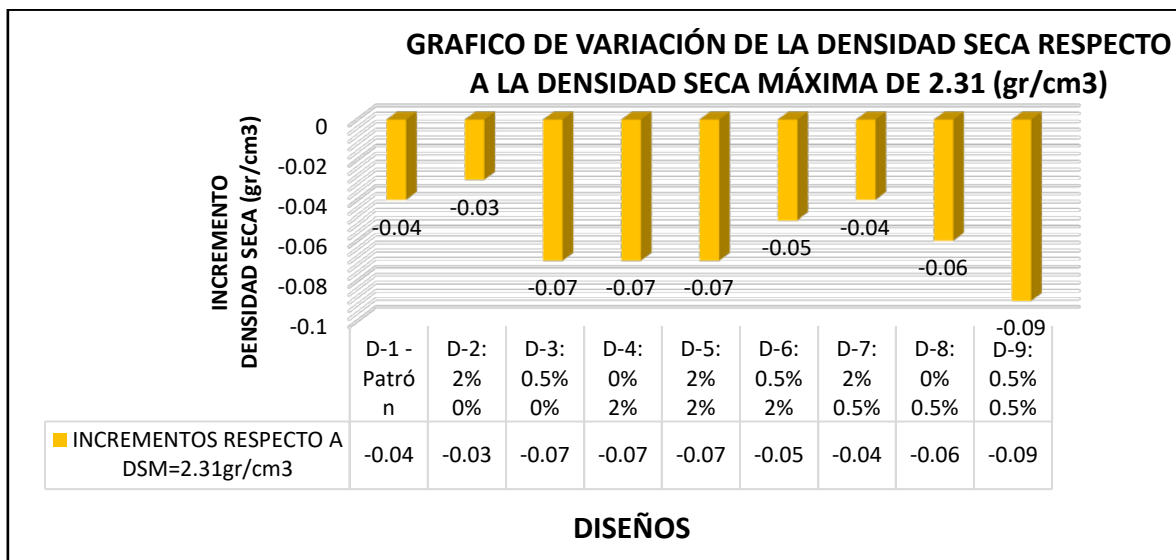
Tabla 69

Resultados de los 9 diseños para la densidad seca al 95% cuando se tiene una penetración de 0.1" con energía de compactación de 55 golpes.

Tabla de resumen de densidad seca para 55 golpes de energía de compactación		
Diseños	Densidad Seca (gr/cm ³)	Incrementos respecto a DSM=2.31gr/cm ³
D-1 - Patrón	2.27	-0.04
D-2: 2% 0%	2.28	-0.03
D-3: 0.5% 0%	2.24	-0.07
D-4: 0% 2%	2.24	-0.07
D-5: 2% 2%	2.24	-0.07
D-6: 0.5% 2%	2.26	-0.05
D-7: 2% 0.5%	2.27	-0.04
D-8: 0% 0.5%	2.25	-0.06
D-9: 0.5% 0.5%	2.22	-0.09

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 70. Gráfico de variación de la densidad seca respecto a la densidad seca Máxima de 2.31 (gr/cm³)



Fuente: Elaboración Propia

La tabla 69 se muestra el resumen de densidades secas para los 9 diseños analizados a 55 golpes de energía de compactación, del grafico 70 en base a 2.31 gr/cm³ como densidad seca máxima los diseños D-1, D-2, D-3, D-4, D-5, D-6, D-

7, D-8 y D-9 experimentaron disminuciones en sus densidades secas con incrementos negativos de -0.04, -0.03, -0.07, -0.07, -0.07, -0.05, -0.04, -0.06, y -0.09 gr/cm³ respectivamente, en base a estos resultados obtenidos la cuarta hipótesis específica se rechaza dado que la propiedad física como la densidad seca del material de base de la cantera Sencca no mejora al adicionar mucilago de gigantón y aditivo policarboxilato fluidizante sr-1000 en 2% y 0.5%.

V. DISCUSIÓN

- Para la **capacidad de soporte CBR**, de acuerdo a los resultados de los 9 diseños obtenidos de la resistencia CBR el mejor resultado obtenido respecto al diseño patrón presento un incremento en 7.19% analizado al 95% con respecto al aditivo sintético, corresponde al diseño D-4 con 2% de policarboxilato fluidizante sr-1000, **Condori y Huamaní. (2018)**, en su investigación indican que al aplicar el estabilizador Z el CBR del suelo incrementa de un 12.55% a 13.09% aumentando en 0.54% estos resultados son diferentes porque la densidad del policarboxilato fluidizante sr-1000 = $1.09 \pm 0.02 \text{ kg/L}$ varia a la densidad del estabilizador Z = $1.03 \pm 0.01 \text{ kg/L}$ estos aditivos infieren en la lubricación de las partículas del suelo generando mayor densificación en el proceso de compactación del suelo.
- Para la propiedad **expansión** de los resultados obtenidos de los 9 diseños, observamos que las muestras adicionadas con Mucilago de Gigantón y aditivo policarboxilato Fluidizante SR-1000 los diseños del D-2 AL D-9 sumergidos durante 96 horas no presentaron expansión respecto al diseño patrón D-1 sin aditivos a excepción del diseño D-5 con un 0.02% de expansión cuando se incorpora 2% MG Y 2% de PF-SR-1000 esto demuestra que a mayor porcentaje de aditivos incorporados mayor es la expansión, **Tulio. (2018)**, en su investigación indican que al aplicar polímeros estabilizantes Se determinó que el hinchamiento para muestras sin polímero No.1, No.2 y No.3 fueron 0,59%, 0,44% y 4,07% respectivamente y al adicionar polímeros a las tres muestras en relaciones de agua-aditivo 2:1, 4:1, 6:1 y 8:1 se obtuvieron expansiones de, 0,09%, 0,0% y 4,45%, estos resultados son diferentes significativamente del resultado de la investigación propuesta, porque cada material analizado presenta variaciones en sus porcentajes de limos, arcillas, gruesos y cada una de estos materiales experimentan incrementos en sus distancias entre sus partículas al contacto con el agua.
- **Densidad húmeda**, de acuerdo a los resultados obtenidos de los 9 diseños, observamos que las muestras adicionadas con Mucilago de Gigantón y aditivo policarboxilato Fluidizante SR-1000 al 0%, 2% y 0.5%, los diseños del D-3, al D-9 presentaron densidades húmedas de 2.35 a 2.39gr/cm³ siendo estas

menores al diseño D-1 patrón $=2.31 \text{ gr/cm}^3$ a excepción del diseño D-2 que alcanzó un valor igual al diseño D-1. **Angulo y Rojas (2016)**, en su investigación indica que al aplicar cemento al 2% y aditivo PROES (P) 0.3 Lt/m^3 y la combinación con suelos de tipo A-3(0), A-4(1), A-2-4(0) Y A-7-5(9) se obtuvieron densidades húmedas de 2.103, 2.104, 2.129, 2.125, 2.099, 2.131, 2.134, 1.900, 1.988 y 2.023 gr/cm^3 para las combinaciones de 0%C°-A-4(1), 2%C°-A-4(1), 2%C°- A-4(1)- 0.3 Lt/m^3 P. Sumergido, 2%C°- A-4(1)- 0.3 Lt/m^3 P Curado, A-2-4(0) - A-7-5(9), 2%C°-A-2-4(0) - A-7-5(9)- 0.3 Lt/m^3 P, A-3(0)- A-7-5(9), 2%C°- A-3(0)- A-7-5(9) Y 2%C°- A-3(0)- A-7-5(9)- 0.3 Lt/m^3 P respectivamente. Estos resultados mantienen similitud con los resultados de la investigación propuesta, esta similitud se debe a que los valores porcentuales de diseño de cada aditivo adicionado se aproximan entre sí.

- Las **densidades secas** obtenidas para los 9 diseños del D-1 al D-9, el más bajo fue de 2.22 gr/cm^3 dosificado con 2%MG y 2%PF-SR-1000 y el más alto fue de 2.28 gr/cm^3 con 2%MG y 0%PF-SR-1000 con estos resultados no se llegó a superar la densidad seca máxima patrón de 2.31 gr/cm^3 , **Sangama y Morales (2018)**, en su investigación indica que al adicionar el aditivo CON-AID en porcentajes de 0%, 0.5%, 1%, 1.5% y 2% la muestra patrón presento 1.804 gr/cm^3 y el resto de las muestras tuvieron una densidad seca de 1.856, 1.925, 1.985 y 2.050 gr/cm^3 para cada variación de aditivo respectivamente, demostrando que a mayor incremento de aditivo mayor es la densidad seca. Estos resultados son diferentes porque al adicionar los aditivos a las muestras generaron variaciones en sus masas por cada unidad de volumen aumentando los vacíos en la etapa de compactación.

VI. CONCLUSIONES

- De los resultados obtenidos se ha determinado que, con la aplicación de los aditivos Mucilago de Gigantón y Policarboxilato Fluidizante SR-1000 influyen parcialmente en la **resistencia CBR** del material de base de la cantera de Sencca, los resultados respecto al diseño patrón D-1 sin aditivos que alcanzo a 31.41% según la Tabla N°71 se obtuvieron los mejores resultados al adicionar los aditivos en los diseños D-3, D-4, D-7 y D-8, incrementando en 8.02%, 7.19%, 0.80% y 2.34% respectivamente.
- De los resultados obtenidos se determinaron la influencia del Mucilago de Gigantón y Policarboxilato Fluidizante SR-1000 en la propiedad física como es la **expansión** según la tabla N°65 del ensayo de inmersión en agua por un tiempo de 96 horas los diseños del D-1 al D-9 no presentaron expansión a excepción del diseño D-5 con aditivos de 2% MG Y 2%PF-SR-1000 que incremento en 0.02% respecto al volumen inicial, con estos resultados se concluye que es favorable la aplicación de los aditivos siempre y cuando sean dosificadas al 0.5% y 2%.de MG y PF-SR-1000.
- En el proceso del ensayo de CBR se pudo determinar que no se presentó mejora en la propiedad física de la **densidad húmeda** al adicionar los aditivos en el material de base de la cantera de Sencca, según la tabla N°68 se aprecia que no se pudo obtener mejorías al adicionar los aditivos de Mucilago de Gigantón y Policarboxilato Fluidizante SR-1000, sin embargo, el diseño patrón D-2 con aditivos al 2% de Mucilago de Gigantón y 0% de Policarboxilato Fluidizante SR-1000 igualo al diseño patrón D-1 en 2.41gr/cm² sin aditivos, con estos resultados se demuestra que la adición de MG y PF-SR-1000 en 0.5% y 2% no son favorables.
- De los resultados obtenidos se determinó la influencia del Mucilago de Gigantón y Policarboxilato Fluidizante SR-1000 en la propiedad física de la **densidad seca**, según la tabla 69 los 9 diseños del D-1 al D-9 no lograron

superar a la DMS de 2.31 Kg/cm³ al adicionar los aditivos, con estos resultados se concluye que la adición de MG y PF-SR-1000 en 0.5% y 2% no influyen positivamente para mejorar la propiedad física del material para bases de la cantera de Sencca.

- Según los resultados obtenidos de los 9 diseños adicionando con aditivos Mucilago de Gigantón y Policarboxilato Fluidizante SR-1000 aplicados al 0%, 0.5% y 2% se obtuvieron los mejores resultados en la propiedad mecánica de resistencia CBR según la tabla N°72 en los diseños D-3, D-4, D-7 y D-8 incrementando en 8.02%, 7.19%, 0.80% y 2.34% respectivamente. En cuanto a las propiedades físicas como el caso de la expansión no hubo variaciones significativas en el proceso de saturación por 96 horas en los diseños del D-1 al D-9 y en las densidades seca y húmeda no presentaron mejorías al adicionar aditivos MG y PF-SR-1000 a las muestras, en conclusión, las propiedades mecánicas y físicas del material de base en algunos diseños mejoran y otros no mejoran por lo tanto los aditivos MG y PF-SR-1000 en dosis de 0%, 0.5% y 2% no serían aplicables para material de base porque no cumplen con las exigencias mínimas de calidad permitidas por las Normas Técnicas Peruana (NTP).

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda adicionar un porcentaje de cemento portland a las dosificaciones de mucilago de gigantón y aditivo policarboxilato SR-1000 para mejorar la propiedad mecánica de CBR en el material de base y así poder cumplir con las exigencias mínimas de calidad del material de base de la cantera Sencca,
- Se recomienda profundizar la investigación sobre la aplicación de aditivos naturales que aporten mejorías en las propiedades mecánicas y físicas de materiales de las canteras aplicadas a estructuras viales.
- Según los resultados obtenidos se recomienda aplicar mucilago de gigantón al 0.5% para material de préstamo aplicados en subrasantes para mejorar sus propiedades mecánicas.
- En el caso de aplicar otros aditivos se recomienda analizar los principios físicos y químicos de cada uno de ellos para mejorar la propiedades mecánicas y físicas del material de cantera.
- En el caso de pretender utilizar los aditivos MG Y PF-SR-1000 en suelos de las mismas características de este estudio se recomienda desarrollar un estudio de suelos más exhaustivo con el objetivo de proporcionar las dosis específicas de cada aditivo sin superar el contenido óptimo de compactación.

REFERENCIAS

- 1.-**Aïtcin, Pierre-Claude y Flatt, Robert. 2016.** *Science and Technology of Concrete Admixtures*. Langford Lane : Elsevier Ltd., 2016.
- 2.-**American Concrete Institute. 2009.** *American Concrete Institute (ACI) Y la norma American Society for Testing and Materials (ASTM)- C 125*. California : s.n., 2009. Vol. ACI.
- 3.-**Andrades Rodríguez, Marisol, Moliner Aramendia, Ana y Masaguer Rodríguez, Alberto. 2015.** *Prácticas de edafología Métodos didácticos para análisis de suelos*. España : s.n., 2015. ISBN 978-84-608-5117-2.
- 4.-**Baca. 2019.** *Evaluación de canteras*. Cusco : s.n., 2019.
- 5.-**Badilli, J. y Rodríguez, R. 2011.** *Mecánica de suelos*. limusa-mexico : Editorial limusa S.A Grupo noruega editores, 2011. 978968180069-7.
- 6.-**Bernal, C. A. 2006.** *Metodología de la Investigación*. México, : Leticia Gaona Figueroa, 2006. 970-26-0645-4.
- 7.-**Bowles. 2015.** *Manual de laboratorio de suelos en ingeniería civil*. Bogotá : MC GRAW- HILL LATINO AMERICANA, 2015.
- 8.-**Bruneton. 2001.** *Farmacognosia*. Zaragoza : Editorial Acribia S.A., 2001. 9788420009568.
- 9.-**Bruneton, J. 2000.** *Farmacognosia: Fitoquímica de plantas medicinales*. s.l. : Acribia S.A., 2000. Vol. 2da Edición.
- 10.-**Cabezas M., Edison Damian, Andrade N., Diego y Torres S., Santamaria. 2018.** *Introducción a la metodología de la investigación científica*. Sangolquí, Ecuador : Universidad de las Fuerzas ESPE, 2018. 978-9942-765-44-4.
- 11.-**Camacho, J., y otros. 2006.** *Evaluation of additives used in treatment of expansive clays*. BOGOTÁ : s.n., 2006. pág. 46. Vols. Vol. 16 - No. 2. 2779-1-10-20151010.
- 12.-**Carrion, Benamin. 2019.** <https://casadelacultura.gob.ec/postnoticias/la-obra-del-diala-aguacolla-o-san-pedro/>. [En línea] 2019. [Citado el: 31 de enero de 2021.]
- 13.-**Castillo, Lucinda y Martines, Encarna. 2015.** *Manual de fitoterapia*. Barcelona : 2ª Edición. Elsevier Masson, 2015. 9788490227473.
- 14.-**Cohesión aparente de un suelo agrícola franco. Hossne, Américo, y otros. 2011.** 3, Venezuela : s.n., 2011, Vol. 21. file:///C:/Users/User/Desktop/ANTECEDENTES%20UCV/COHESION/15-Texto%20del%20art%C3%ADculo-39-1-10-20120125.pdf.
- 15.-**Correlation between California Bearing Ratio (CBR) and Dynamic Cone. Jov Wilches, Fernando, Ferial Díaz, Jhon J. y Hernandez Ávila, Jose Rodrigo. 2018.** 4 (2018) págs. 2068-2071, Colombia : Revista Internacional de Investigación en Ingeniería Aplicada ISSN 0973-4562, 2018, Vol. 13.
- 16.-**Díaz Blanco, Y., y otros. 2019.** *Influence of a natural additive (nopal mucilage) on the electrochemical properties of concrete reinforcing steel*. Cuernavaca-mexico : Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico (CENIDET), 2019. Vols. Revista ALCONPAT,.

- 17.-Escobar D. y Gonzalo. 2016.** *Geomecanica*. [: <http://www.bdigital.unal.edu.co/1572/>] colombia : s.n., 2016.
- 18.-Fernandez. 2017.** *Mecanica de suelos*. cusco : s.n., 2017.
- 19.-González de Celis, Gioconda, y otros. 2014.** *Resistance parameter determination, internal friction angle (ϕ)*. Venezuela : <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=507550626003>, 2014. Vol. 35. SSN: 1316-7081.
- 20.-Hall, M. R., Najim, K.B. y Keikhaei, P. 2012.** *Soil stabilisation and earth construction: materials, properties and techniques*. In *Modern earth buildings*. Nottingham : Woodhead Publishing Limited., 2012.
- 21.-INACAP, Universidad Tecnológica de Chile-. 2015.** Propiedades indies de los suelos y características del hormigón fresco y endurecido. *Laboratorio de hormigones y suelos I*. Chile : s.n., 2015.
- 22.-Ingecivilcusco. 2009.** Ingecivilcusco. *Ingeniería Civil*. [En línea] Un blog dedicado a todas las personas interesadas en Ingeniería Civil, 07 de 2009. [Citado el: 4 de febrero de 2021.]
- 23.-Jolanta Sulewska, Maria. 2017.** in *Journal of Testing and Evaluation*. Dynamic CBR Test to Assess the Soil Compaction : Polonia, 2017.
- 24.-Kamil y Özgür. 2014.** *Estimation of swelling pressure using simple soil indices*. Ankara : IForeign Edition, 2014. Vol. 149.
- 25.-León. 2007.** *Laboratorio de materiales de construccion y control de calidad*. Mexico : s.n., 2007.
- 26.-Leon Martinez, F.M., y otros. 2011.** *Effects of drying conditions on the rheological properties of reconstituted mucilage solutions (Opuntia ficus-indica)*. Carbohydrate : s.n., 2011. Polymers. 84:439–445.
- 27.-Leoni, Augusto Jose. 2015.** *Propiedades físicas de los suelos*. 2015.
- 28.-Lin, Y., y otros. 2019.** *Utilization of Cementitious Material from Residual Rice Husk Ash and Lime in Stabilization of Expansive Soil*. *Advances in Civil Engineering*. 2019.
- 29.-Marquez, D. 2019.** *Eco-sustainable packaging made with cornhusks and nopal mucilage as an additive*. Mexico : Universidad Tecnológica Fidel Velázquez, 2019. Vol. ID 1ra Edición.
- 30.-Martinez Perez, Raul y Eddy Rodriguez, Esponda. 2011.** *Manual de metodologia de la investigacion cientifica*. 2011.
- 31.-Martínez, W., y otros. 2008.** *Comportamiento Mecánico de Morteros de Cal Apagada Artesanalmente Adicionados con Mucílago*. Santiago-Chile : s.n., 2008. Vol. 7.
- 32.-N.L. Britton y J.L. Rose. 1920.** *Description and illustrations of plants of tre cactus family*. WASHINGTON : CARNEGIE INSTITUTION OF WASHINGTON, 1920.
- 33.-Nurliana Panjaitan, Surta Ria. 2014.** The Effect of Lime Content on the Bearing Capacity and Swelling Potential of Expansive Soil. *Revista Journal of Civil Engineering Research*. indonesio : s.n., 2014.

- 34.-Ñaupas, y otros. 2014.** *Metodologia de la Investigacion*. Bogotá, Colombia : Ediciones de la U, 2014. 978-958-762-188-4.
- 35.-Ortiz, Frida. 2011.** *Diccionario de metodología de la investigación científica*. Ciudad de México : Limusa, 2011. 240 pp. ISBN: 978-607-05-0223-1.
- 36.-Osorio Martinez, Jose F. y Casas Gerena, Ana N. 2011.** Correlación P.D.C. con C.B.R. para suelos en la localidad de suba. Bogotá : s.n., 2011.
<https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/3653/OsorioMartinezJoseFernando2011.pdf?sequence=2>.
- 37.-Prediction of In-situ CBR of Subgrade Cohesive Soils from Dynamic Cone. Zumrawi. 2014.** 5, s.l. : IACSIT International Journal of Engineering and Technology, 2014, Vol. 6.
- 38.-Resolucion Directorial N° 18-2013-MTC/14, N°. 2013.** Ministerio de transportes y comunicaciones. *Glosario de terminos de uso frecuentes en proyectos de infraestructura vial*. Lima-Peru : s.n., 2013.
- 39.-Sampieri, R. y Mendoza, Cristian Paulina. 2018.** *Metodologia de la Investigacion*. Ciudad de Mexico : editores S.A. de C.V., 2018. 981456260965.
- 40.-SIKA. 2014.** *Concreto Aditivos para concreto*. 2014.
- 41.-Suarez, Jaime. 2020.** Deslizamiento analisis geotectonico. [En línea] 21 de enero de 2020.
- 42.-Tapia P., Thalia Joseyn y Huancachoque Usca, Jose. 2016.** *Evaluacion del comportamiento fisico mecanico del adobe elaborado segun norma e.0.80 adicionado con mucilago de giganton utilizando insumos de la region del cusco,comparando con el adobe tradicional*. Universidad Andina Del Cusco, Cusco : 2016.
- 43.-Trichocereus. 2020.** Cactus Jerk. *Trichocereus.net*. [En línea] 2020. [Citado el: 12 de Abril de 2020.] <https://trichocereus.net/trichocereus-cuzcoensis-echinopsis-cuzcoensis/>.
- 44.-Universitat Leipzig. 2018.** *Density of Solids and Liquids (Pycnometer, Law of Archimedes)*. 2018.
- 45.-Vásquez. 2019.** Evaluación de la resistencia de suelos con Penetrómetro Dinámico de Cono (DCP) y. trujillo : s.n., 2019. 0000-0002-7547-9496.
file:///C:/Users/User/Downloads/rodriguez_vr%20(1).pdf.
- 46.-Wikipedia. 2021.** wikipedia-enciclopedia libre-humedad. *Humedad*. [En línea] 26 de enero de 2021. [Citado el: 08 de febrero de 2021.]
- 47.-Z Aditivos. 2020.** *SR-100, Z Aditivos-Fluidizante*. Lima-Peru : s.n., 2020. Vols. Edicion 20, version 03.20.

ANEXOS

ANEXOS

ANEXO 1: MATRÍZ DE CONSISTENCIA.....	1188
ANEXO 2: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	1200
ANEXO 3: FICHAS TÉCNICAS DE RECOPIACIÓN DE DATOS VALIDADAS POR ESPECIALISTAS	1222
ANEXO 4: CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN Y ACREDITACIÓN POR INACAL ..	1255
ANEXO 5: RESULTADOS DE LABORATORIO DE LOS ENSAYOS DE MECÁNICA DE SUELOS.....	1344
ANEXO 6: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL ADITIVO POLICARBOXILATO SR- 1000	1711
ANEXO 7: RESULTADOS DE ANÁLISIS ANTI PLAGIO POR EL SISTEMA TURNITIN	1733

ANEXO 1: MATRÍZ DE CONSISTENCIA

“MUCILAGO DE GIGANTON Y ADITIVO POLICARBOXILATO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL MATERIAL DE BASE SENCCA, CUSCO-2021”

TESISTAS: JULIO C. BLANCO CCAMA - GILDA SANCHEZ SEGOVIA

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	V. INDEPENDIENTE MUCILAGO DE GIGANTÓN Y ADITIVO POLICARBOXILATO	ADITIVO ORGÁNICO MUCILAGO DE GIGANTÓN	0%, 0.5%, 2% DE MUCILAGO DE GIGANTÓN
¿EN QUÉ MEDIDA LA APLICACIÓN DE MUCILAGO DE GIGANTÓN Y ADITIVO POLICARBOXILATO MEJORAN LAS PROPIEDADES DEL MATERIAL DE BASE DE LA CANTERA SENCCA?	DETERMINAR EN QUÉ MEDIDA LA APLICACIÓN DE MUCILAGO DE GIGANTÓN Y ADITIVO POLICARBOXILATO MEJORAN LAS PROPIEDADES DEL MATERIAL DE BASE DE LA CANTERA SENCCA	LA APLICACIÓN ADITIVA POLICARBOXILATO MEJORARA LAS PROPIEDADES DEL MATERIAL DE BASE DE LA CANTERA DE SENCCA		ADITIVO SINTÉTICO SUPERPLASTIFICANTE: POLICARBOXILATO Z FLUIDIZANTE SR-1000	0%, 0.5%, 2% DE POLICARBOXILATO Z FLUIDIZANTE SR-1000
				COMBINACIÓN DE ADITIVO ORGÁNICO MUCILAGO DE GIGANTÓN Y ADITIVO SINTÉTICO (POLICARBOXILATO Z FLUIDIZANTE SR-1000)	0%, 0.5%, 2% MUCILAGO DE GIGANTÓN Y POLICARBOXILATO Z FLUIDIZANTE SR-1000 SEGÚN DISEÑO EXPERIMENTAL
				CARACTERIZACIÓN DEL MATERIAL DE LA CANTERA	GRANULOMETRÍA LÍMITE LIQUIDO % LÍMITE PLÁSTICO % ÍNDICE DE PLASTICIDAD % HUMEDAD NATURAL %
PROBLEMA ESPECIFICO	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICOS	V. DEPENDIENTE MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL MATERIAL DE BASE	PROPIEDAD MECÁNICA	RESISTENCIA (CBR) %
¿EN QUÉ MEDIDA LA APLICACIÓN DE MUCILAGO DE GIGANTÓN Y ADITIVO POLICARBOXILATO MEJORAN LA RESISTENCIA (CBR) DEL MATERIAL DE BASE DE LA CANTERA DE SENCCA?	DETERMINAR EN QUÉ MEDIDA LA APLICACIÓN DE MUCILAGO DE GIGANTÓN Y ADITIVO POLICARBOXILATO MEJORAN LA RESISTENCIA (CBR) DEL MATERIAL DE BASE DE LA CANTERA DE SENCCA	LA APLICACIÓN DEL ADITIVO POLICARBOXILATO MEJORA LA RESISTENCIA (CBR) DEL MATERIAL DE BASE DE LA CANTERA DE SENCCA			


PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
¿EN QUÉ MEDIDA LA APLICACIÓN DEL MUCILAGO DE GIGANTÓN Y ADITIVO POLICARBOXILATO MEJORAN LA EXPANSIÓN DEL MATERIAL DE BASE DE LA CANTERA SENCCA?	DETERMINAR EN QUÉ MEDIDA LA APLICACIÓN DE MUCILAGO DE GIGANTÓN Y ADITIVO POLICARBOXILATO MEJORAN LA EXPANSIÓN DEL MATERIAL DE BASE DE LA CANTERA SENCCA	LA APLICACIÓN DEL ADITIVO POLICARBOXILATO MEJORAN LA EXPANSIÓN DEL MATERIAL DE BASE DE LA CANTERA SENCCA			
¿EN QUÉ MEDIDA LA APLICACIÓN MUCILAGO DE GIGANTÓN Y ADITIVO POLICARBOXILATO MEJORAN LA DENSIDAD HÚMEDA DEL MATERIAL DE BASE DE LA CANTERA SENCCA?	DETERMINAR EN QUÉ MEDIDA LA APLICACIÓN DE MUCILAGO DE GIGANTÓN Y ADITIVO POLICARBOXILATO MEJORAN LA DENSIDAD HÚMEDA DEL MATERIAL DE BASE DE LA CANTERA SENCCA	LA APLICACIÓN DEL ADITIVO POLICARBOXILATO MEJORAN LA DENSIDAD HÚMEDA) DEL MATERIAL DE BASE DE LA CANTERA SENCCA		PROPIEDADES FÍSICAS	EXPANSIÓN%.
¿EN QUÉ MEDIDA LA APLICACIÓN MUCILAGO DE GIGANTÓN Y ADITIVO POLICARBOXILATO MEJORAN LA DENSIDAD SECA DEL MATERIAL DE BASE DE LA CANTERA SENCCA?	DETERMINAR EN QUÉ MEDIDA LA APLICACIÓN DE MUCILAGO DE GIGANTÓN Y ADITIVO POLICARBOXILATO MEJORAN LA DENSIDAD SECA DEL MATERIAL DE BASE DE LA CANTERA SENCCA	LA APLICACIÓN DEL ADITIVO POLICARBOXILATO MEJORAN LA DENSIDAD SECA DEL MATERIAL DE BASE DE LA CANTERA SENCCA			DENSIDAD HÚMEDA (G/CM2)
					DENSIDAD SECA (G/CM2)

ANEXO 2: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION	MÉTODOS	INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS	INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN
V. INDEPENDIENTE MUCILAGO DE GIGANTÓN Y ADITIVO POLICARBOXILATO	MUCILAGO DE GIGANTÓN - TRICHOCEREUS CUZCOENSIS ES UNA PLANTA DE LA FAMILIA DE LAS CACTÁCEA DE COMPOSICIÓN POLISACÁRIDO SIRVEN COMO UN MEDIO AGLUTINANTE AL UNIRSE CON PRODUCTOS E INSUMOS APLICADO EN LA CONSTRUCCIÓN MEJORANDO LAS CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS Y FÍSICAS MEJORANDO LA RESISTENCIA, FLEXIBILIDAD Y LA TRABAJABILIDAD. (ECO-SUSTAINABLE PACKAGING MADE WITH CORNHUSKS AND NOPAL MUCILAGE AS AN ADDITIVE, 1019 PÁG. 33 ADITIVO POLICARBOXILATO FLUIDIZANTE SR-1000. ESTOS ADITIVOS TIENEN LA PECULIARIDAD DE REDUCIR EL AGUA Y DE DAR UNA ESTUPENDA TRABAJABILIDAD A LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS, CEMENTOS Y EL AGUA. CONFIRIÉNDOLE VENTAJAS MECÁNICAS, OPTIMIZANDO LA COHESIÓN LA RESISTENCIA INICIAL Y FINAL (Z ADITIVOS PÁG. 1)	LA MANIPULACIÓN DEL ADITIVO NATURAL MUCILAGO DE GIGANTÓN QUE ES EXTRAÍDA LUEGO DE UN REPOSOS POR 48 HORAS DESPUÉS DE HABER COMBINADO CON AGUA PROPORCIONADA CON 1.3, Y EL ADITIVO POLICARBOXILATO SR-1000 QUE ESTÁ DISPONIBLE EN EL MERCADO LOCAL, SERÁN INCORPORADAS EN EL MATERIAL DE BASE DE CANTERA DE SENCCA CON PROPORCIONES AL 0%, 0.5% Y 2% LOS CUALES SERÁN PROBADAS EN LOS ENSAYO DE CBR, DE COMPACTACIÓN, SATURACIÓN Y PENETRACIÓN CON EL ANILLO DE CARGA PARA ANALIZAR LOS CAMBIOS QUE OCASIONAN EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y FÍSICAS DEL SUELO.	MUCILAGO DE GIGANTÓN	0%, 0.5%, 2 % DE GIGANTÓN	RAZÓN	OBSERVACIÓN	GUÍA DE OBSERVACIÓN	BALANZA CALIBRADA
			POLICARBOXILATO SR-1000	0%, 0.5%, 2 % DE POLICARBOXILATO SR-1000	RAZÓN	OBSERVACIÓN	GUÍA DE OBSERVACIÓN	BALANZA CALIBRADA
			COMBINACIONES DE MUCILAGO DE GIGANTÓN Y POLICARBOXILATO SR-1000	0%, 0.5%, 2 % DE GIGANTÓN Y POLICARBOXILATO Z F SR-1000 SEGÚN DISEÑO EXPERIMENTAL	RAZÓN	OBSERVACIÓN	GUÍA DE OBSERVACIÓN	BALANZA CALIBRADA
			CARACTERIZACIÓN DEL MATERIAL DE LA CANTERA DE SENCCA	GRANULOMETRÍA, LIMITE LÍQUIDO, LIMITE PLÁSTICO, ÍNDICE DE PLASTICIDAD Y HUMEDAD NATURAL	RAZÓN	OBSERVACIÓN	GUÍA DE OBSERVACIÓN	TAMICES CUCHARA DE CASAGRANDE HORNO DE LABORATORIO
			ENERGÍA DE COMPACTACIÓN	DENSIDAD SECA MÁXIMA Y CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD	RAZÓN	OBSERVACIÓN	GUÍA DE OBSERVACIÓN	MARTILLO PROCTOR DE ENERGÍA MODIFICAD
V. DEPENDIENTE	LA MEJORA DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y	DE LA CANTERA DE SENCCA SE EXTRAERÁ MATERIAL		RESISTENCIA CBR (%)	RAZÓN	OBSERVACIÓN	GUÍA DE OBSERVACIÓN	ENSAYO DE CBR

MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL MATERIAL DE BASE	MECÁNICAS COMO LA DENSIDAD SECA, DENSIDAD HÚMEDA, RESISTENCIA CBR Y LA EXPANSIÓN DEL MATERIAL DE BASE, EL COMPORTAMIENTO DE LOS MATERIALES TÉRREOS Y AGLOMERADOS CON LA INCORPORACIÓN DE ADITIVOS CAUSARAN VARIACIONES, AL ANALIZAR ESTAS PROPIEDADES Y CON LOS RESULTADOS OBTENIDOS SE PUEDE PREDECIR CON CERTEZA EL COMPORTAMIENTO DE LOS MATERIALES REDUCIENDO ASÍ LOS EFECTOS NEGATIVOS, (FERNANDEZ, 2017)	REPRESENTATIVO QUE SERÁ DOSIFICADO CON PORCENTAJES DE MUCILAGO DE GIGANTÓN Y POLICARBOXILATO SR-1000, EN LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS SE EJECUTARAN LOS ENSAYOS DE COMPACTACIÓN DE ENERGÍA MODIFICADA, CBR, SATURACIÓN Y EJECUTADOS SEGÚN DISEÑOS EXPERIMENTALES.	PROPIEDADES MECÁNICAS	EXPANSIÓN (%)	RAZÓN	OBSERVACIÓN	GUÍA DE OBSERVACIÓN	ENSAYO DE SATURACIÓN
			PROPIEDADES FÍSICAS	DENSIDAD HÚMEDA (GR/CM3)	RAZÓN	OBSERVACIÓN	GUÍA DE OBSERVACIÓN	VOLUMEN DE MOLDE HORNO BALANZA
				DENSIDAD SECA (GR/CM3)	RAZÓN	OBSERVACIÓN	GUÍA DE OBSERVACIÓN	VOLUMEN DE MOLDE HORNO BALANZA

ANEXO 3: FICHAS TÉCNICAS DE RECOPIACIÓN DE DATOS VALIDADAS POR ESPECIALISTAS

	TESIS: "MUCILAGO DE GIGANTÓN Y ADITIVO POLICARBOXILATO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL MATERIAL DE BASE SEMCCA, CUSCO-2021"
---	---

FICHA TÉCNICA N°01

RESISTENCIA (CBR) Y ENSAYO DE EXPANSIÓN	
Técnicos	JULIO CESAR BLANCO OCAMA GILDA SÁNCHEZ SEGONIA

DISEÑO:

DATOS DE RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)			
ENSAYO DE COMPACTACIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Adición de Agua(ml)			
Código de Molde			
Golpes por Capa	55	26	12
Peso del Molde (gr)			
Peso Molde + Muestra Compactada Humeda (gr)			
Peso Molde + Muestra Compactada Saturada (gr)			

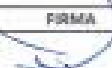


CONTENIDO DE HUMEDAD	HUMEDA	SATURADA	HUMEDA	SATURADA	HUMEDA	SATURADA
Código de Capsula						
Peso de la Capsula(gr)						
Capsula + Muestra Humeda(gr)						
Capsula + Muestra Seca(gr)						

ENSAYO DE EXPANSIÓN					
El ensayo es sumergido en agua por un tiempo de 96 horas tiene por objeto controlar los suelos que pueden presentar problemas de expansividad y cambio de volumen.					
Número de molde		MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	
Fecha	hora	lectura	Dial	Dial	Dial
		00:00			
		01:30			
		03:00			
		04:30			
		06:00			
		07:30			
		09:00			
		10:30			
		12:00			
		13:30			
		15:00			
		16:30			
		18:00			
		19:30			
		21:00			
		22:30			
		24:00			
		25:30			
		27:00			
		28:30			
		30:00			
		31:30			
		33:00			
		34:30			
		36:00			
		37:30			
		39:00			
		40:30			
		42:00			
		43:30			
		45:00			
		46:30			
		48:00			
		49:30			
		51:00			
		52:30			
		54:00			
		55:30			
		57:00			
		58:30			
		60:00			
		61:30			
		63:00			
		64:30			
		66:00			
		67:30			
		69:00			
		70:30			
		72:00			
		73:30			
		75:00			
		76:30			
		78:00			
		79:30			
		81:00			
		82:30			
		84:00			
		85:30			
		87:00			
		88:30			
		90:00			
		91:30			
		93:00			
		94:30			
		96:00			

ENSAYO DE PENETRACIÓN			
El ensayo de penetración consiste en hacer penetrar el pistón del anillo de carga en la			
Código de molde	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Número de golpes de 5 capas	55	26	12
DEFORMACIÓN VERTICAL (lectura del dial)			
25			
50			
75			
100			
125			
150			
175			
200			
225			
250			
275			
300			
325			
350			
375			
400			
425			
450			
475			
500			

la calificación de la presente ficha técnica se dará de 0 a 1 por lo que la aprobación de esta ficha será a partir de 0.51 a un 1

Ficha Revisada por especialistas

NOMBRE DE ESPECIALISTAS	CIP	FIRMA	CALIFICACIÓN
SERGIO IVAN LIENDO VAIZGAS	65074		1
EBERT VARA LICONO	39144		1
Itala Oroz Cabreva	76600		1



TESIS: "MUCILAGO DE GIGANTÓN Y ADITIVO POLICARBOXILATO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL MATERIAL DE BASE SENCÇA, CUSCO-2021"

FICHA TECNICA N°02

DENSIDAD SECA Y DENSIDAD HUMEDA

Testistas

JULIO CESAR BLANCO CCAMA

GILDA SANCHEZ SEGOVIA

DISEÑO:

DATOS DEL MOLDE	
CARACTERISTICAS	VALOR
Diametro del Molde (cm)	
Altura del Molde (cm)	
Altura del Disco Espaciador (cm)	
Altura de la Muestra (cm)	
Area de Molde (cm ²)	
Volumen de Molde (cm ³)	

DATOS DE LA ENERGIA DE COMPACTACIÓN	
CARACTERISTICAS	valor
Peso del Martillo (Kg)	
Altura de Caída del Martillo (cm)	
Numero de Capas	

DATOS DE DEL PROCESO DE						
DENSIDAD HUMEDA Y SECA DE LA MUESTRA	MUESTRA 01		MUESTRA 02		MUESTRA 03	
CONDICIONES DE MUESTRA	Muestra Húmeda	Muestra Saturada	Muestra Húmeda	Muestra Saturada	Muestra Húmeda	Muestra Saturada
Código de Capsula						
N° Golpes por capa	55		26		12	
Peso de Capsula (gr)						
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)						
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)						
Peso del Agua (gr)						
Peso de la Muestra Seca (gr)						
INMERSIÓN						
Peso de Molde (gr)						
Peso de Molde (gr)+Muestra Húmeda (gr)						
Peso de Muestra Húmeda (gr)						
Peso de Agua Absorbida (gr)						
Porcentaje de Absorción						

la calificación de la presente ficha técnica se dará de 0 a 1 por lo que la aprobación de esta ficha será a partir de 0.51 y de 1

Ficha Revisada por especialistas

NOMBRE DE ESPECIALISTAS	CIP	FIRMA	CALIFICACIÓN
SERGIO IVAN LIENDO VILLAGAS	65074		1
EBERT VORA LICONA	39144		1
Itala Oros Cabrera	76600		1

FICHA TÉCNICA N°03

LIMITES DE CONSISTENCIA Y GRNULOMETRIA

Testistas

JULIO CESAR BLANCO CCAMA

GILDA SANCHEZ SEGOVIA

LÍMITE LÍQUIDO

ENSAYO DE COMPACTACION	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	MUESTRA 04
Numero de Golpes				
Código de Capsula				
Peso de la Capsula (gr)				
Capsula + Muestra Húmeda (gr)				
Capsula + Muestra Seca (gr)				

LÍMITES PLÁSTICO





ENSAYO DE COMPACTACION	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	MUESTRA 04
Numero de Golpes				
Código de Capsula				
Peso de la Capsula (gr)				
Capsula + Muestra Húmeda (gr)				
Capsula + Muestra Seca (gr)				

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO


Muestra Seca Antes de Lavado(gr)	
Muestra Seca Después de Lavado(gr)	
TAMIZ N°	Peso Retenido (gr)
4"	
3"	
2"	
1 1/2"	
1"	
3/4"	
3/8"	
N#4	
N#10	
N#20	
N#40	
N#60	
N#140	
N#200	
casuela	

la calificación de la presente ficha técnica se dará de 0 a 1 por lo que la aprobación de esta ficha será a partir de 0.51 y <= 1

Ficha Revisada por especialistas


NOMBRE DE ESPECIALISTAS	CIP	FIRMA	CALIFICACIÓN
SERGIO IVAN LIENDO VARGAS	65074		1
EBERT VARGA LICONA			1
Itala Oroz Cabrera	76600		1

ANEXO 4: CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN Y ACREDITACIÓN POR INACAL



Punto de Precisión SAC

**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033**




INACAL
DA - Pesó
Laboratorio de Calibración
Acreditado

Registro IFLC - 833

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-719-2020

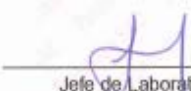
Página: 1 de 3

Expediente	: 196-2020	<p>La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.</p>
Fecha de Emisión	: 2021-01-04	
1. Solicitante	: PROYECTOS & CONSTRUCCIONES SILVER S.C.R.L.	<p>Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.</p> <p>Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.</p> <p>PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p>
Dirección	: BARRIO PROFESIONAL LOTE. C-1 - CUSCO - CUSCO	
2. Instrumento de Medición	: BALANZA	
Marca	: OHAUS	
Modelo	: PAJ4102	
Número de Serie	: 8033081155	
Alcance de Indicación	: 4 100 g	
División de Escala de Verificación (e)	: 0,1 g	
División de Escala Real (d)	: 0,01 g	
Procedencia	: CHINA	
Identificación	: LSE 002	<p>Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.</p> <p>PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p>
Tipo	: ELECTRÓNICA	
Ubicación	: LABORATORIO	
Fecha de Calibración	: 2020-12-28	
3. Método de Calibración	<p>La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.</p>	
4. Lugar de Calibración	<p>LABORATORIO de PROYECTOS & CONSTRUCCIONES SILVER S.C.R.L. BARRIO PROFESIONAL LOTE. C-1 - CUSCO - CUSCO</p>	



**LABORATORIO
PUNTO DE
PRECISIÓN
S.A.C.**

PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-719-2020

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Minima	Máxima
Temperatura	15,7	15,8
Humedad Relativa	66,4	66,4

6. Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	IP-296-2019

7. Observaciones

(*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 4 100,01 g

Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 4 099,84 g para una carga de 4 100,00 g

El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 2 050,01 g			Carga L2= 4 100,01 g		
	Temp. (°C)			Temp. (°C)		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	2 050,00	0,006	-0,009	4 100,01	0,006	-0,002
2	2 050,00	0,007	-0,008	4 100,01	0,009	-0,003
3	2 050,01	0,007	0,002	4 100,00	0,006	-0,010
4	2 050,00	0,009	-0,010	4 100,00	0,007	-0,011
5	2 050,00	0,007	-0,008	4 100,00	0,008	-0,012
6	2 050,00	0,006	-0,007	4 100,00	0,007	-0,011
7	2 050,00	0,008	-0,009	4 100,00	0,008	-0,012
8	2 050,00	0,007	-0,008	4 100,01	0,006	0,000
9	2 050,00	0,008	-0,010	4 100,00	0,007	-0,011
10	2 050,00	0,006	-0,007	4 100,00	0,008	-0,012
Diferencia Máxima			0,012	0,012		
Error máximo permitido ±			0,3 g	±		



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-719-2020

Página: 3 de 3

2	1	5
3		4

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

		3		4		Error de Determinación			
		Inicial		Final					
		Temp. (°C)		15,8		15,7			
Posición de la Carga	Determinación de E _s				Determinación del Error corregido				
	Garga mínima (g)	I (g)	ΔL (g)	E _s (g)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)
1	0,10	0,10	0,007	-0,002	1 300,00	1 299,99	0,007	-0,014	-0,012
2		0,10	0,009	-0,004		1 300,03	0,008	0,025	0,029
3		0,10	0,006	-0,001		1 299,98	0,007	-0,024	-0,023
4		0,10	0,007	-0,002		1 299,97	0,006	-0,033	-0,031
5		0,10	0,009	-0,004		1 299,99	0,008	-0,015	-0,011
(°) valor entre 0 y 10 e					Error máximo permitido : ± 0,2 g				

(*) valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	Temp. (°C)				Initial	Final				
					15,7	15,7				
	CRECIENTES				DECRECIENTES				± emp (g)	
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)		l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
0,100	0,10	0,007	-0,002							
0,500	0,50	0,008	-0,003	-0,001		0,50	0,007	-0,002	0,000	0,1
20,000	20,00	0,007	-0,002	0,000		20,00	0,008	-0,003	-0,001	0,1
100,000	100,01	0,006	0,009	0,011		100,00	0,007	-0,002	0,000	0,1
500,001	500,01	0,009	0,005	0,007		500,01	0,006	0,006	0,010	0,1
700,001	700,02	0,007	0,017	0,019		700,02	0,009	0,015	0,017	0,2
1 000,002	999,99	0,009	-0,015	-0,013		999,98	0,006	-0,022	-0,020	0,2
1 500,002	1 499,98	0,007	-0,024	-0,022		1 499,99	0,009	-0,016	-0,014	0,2
2 000,006	1 999,99	0,006	-0,016	-0,014		1 999,99	0,007	-0,017	-0,015	0,2
4 000,009	4 000,00	0,006	-0,010	-0,008		4 000,00	0,006	-0,010	-0,008	0,3
4 100,009	4 100,01	0,008	-0,002	0,000		4 100,01	0,008	-0,002	0,000	0,3

e.m.p.: error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R + 7,32 \times 10^{-6} \times R$$

Incetidumbre

$$U_R = 2 \sqrt{4,92 \times 10^{-6} \text{ g}^2 + 7,76 \times 10^{-10} \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza ΔL: Carga incrementada E: Error encontrado E_p: Error en peso E_c: Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-05 F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 545 - 2020

Página : 1 de 6

Expediente : 196-2020
Fecha de Emisión : 2021-01-04

1. Solicitante : PROYECTOS & CONSTRUCCIONES SILVER S.C.R.L.

Dirección : BARRIO PROFESIONAL LOTE. C-1 - CUSCO - CUSCO

2. Descripción del Equipo : ANILLO DE CARGA PARA PRENSA CBR

Marca de Prensa : PINZUAR
Modelo de Prensa : PS-9
Serie de Prensa : 127
Código de Identificación : LSE013

Marca de Anillo : ELE
Modelo de Anillo : 1155B0800
Serie de Anillo : 1155-16-19810
Capacidad del Anillo : 28 kN
Código de Identificación : NO INDICA

Marca del Dial : BAKER
Modelo del Dial : J62A
Serie del Dial : NO INDICA
Procedencia : NO INDICA
Código de Identificación : NO INDICA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración

BARRIO PROFESIONAL LOTE. C-1 - CUSCO - CUSCO
29 - DICIEMBRE - 2020

4. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación del dial del anillo y la lectura de celda patrón.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	MAVIN	CCP - 0340 - 005 - 20	ELICROM
INDICADOR	MCC		

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	15,6	15,6
Humedad %	66	66

7. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 545 - 2020

Página : 2 de 6

TABLA N° 1

SISTEMA ANALÓGICO "A" DIVISIONES	SERIES DE VERIFICACIÓN (kgf)			PROMEDIO "B" kgf
	SERIE 1	SERIE 2	SERIE 3	
100	336,85	338,20	336,30	337,12
200	667,20	668,40	667,80	667,80
300	998,60	1 000,25	998,35	999,07
400	1 325,85	1 326,85	1 325,70	1 326,13
500	1 651,45	1 652,65	1 651,05	1 651,72
600	1 975,65	1 977,95	1 976,50	1 976,70
700	2 295,65	2 297,75	2 298,15	2 297,18

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

Coefficiente Correlación: $R^2 = 1,0000$


Ecuación de ajuste para valores en kgf : $y = 3,2681x + 15,0095$

Donde: x : Lectura del dial
y : Fuerza promedio (kgf)

Ecuación de ajuste para valores en lbf : $y = 7,2049x + 33,0903$

Donde: x : Lectura del dial
y : Fuerza promedio (lbf)




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CARTA DE CALIBRACIÓN EN kgf

Página 3 de 6

Marca de Prensa
Marca de Anillo
Serie de Anillo
Capacidad del Anillo

PINZUAR
ELE
1155-16-19810
28 kN

Marca del Dial
Modelo del Dial
Serie del Dial
Código de Identificación

BAKER
J62A
NO INDICA
NO INDICA

$$y = 3,2681x + 15,0095$$

Divisiones del Dial	Valores Ajustados en kgf									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
100	341,82	345,09	348,36	351,62	354,89	358,16	361,43	364,70	367,96	371,23
110	374,50	377,77	381,04	384,30	387,57	390,84	394,11	397,38	400,65	403,91
120	407,18	410,45	413,72	416,99	420,25	423,52	426,79	430,06	433,33	436,59
130	439,86	443,13	446,40	449,67	452,93	456,20	459,47	462,74	466,01	469,28
140	472,54	475,81	479,08	482,35	485,62	488,88	492,15	495,42	498,69	501,96
150	505,22	508,49	511,76	515,03	518,30	521,57	524,83	528,10	531,37	534,64
160	537,91	541,17	544,44	547,71	550,98	554,25	557,51	560,78	564,05	567,32
170	570,59	573,85	577,12	580,39	583,66	586,93	590,20	593,46	596,73	600,00
180	603,27	606,54	609,80	613,07	616,34	619,61	622,88	626,14	629,41	632,68
190	635,95	639,22	642,48	645,75	649,02	652,29	655,56	658,83	662,09	665,36
200	668,63	671,90	675,17	678,43	681,70	684,97	688,24	691,51	694,77	698,04
210	701,31	704,58	707,85	711,11	714,38	717,65	720,92	724,19	727,46	730,72
220	733,99	737,26	740,53	743,80	747,06	750,33	753,60	756,87	760,14	763,40
230	766,67	769,94	773,21	776,48	779,74	783,01	786,28	789,55	792,82	796,09
240	799,35	802,62	805,89	809,16	812,43	815,69	818,96	822,23	825,50	828,77
250	832,03	835,30	838,57	841,84	845,11	848,38	851,64	854,91	858,18	861,45
260	864,72	867,98	871,25	874,52	877,79	881,06	884,32	887,59	890,86	894,13
270	897,40	900,66	903,93	907,20	910,47	913,74	917,01	920,27	923,54	926,81
280	930,08	933,35	936,61	939,88	943,15	946,42	949,69	952,95	956,22	959,49
290	962,76	966,03	969,29	972,56	975,83	979,10	982,37	985,64	988,90	992,17
300	995,44	998,71	1 001,98	1 005,24	1 008,51	1 011,78	1 015,05	1 018,32	1 021,58	1 024,85
310	1 028,12	1 031,39	1 034,66	1 037,92	1 041,19	1 044,46	1 047,73	1 051,00	1 054,27	1 057,53
320	1 060,80	1 064,07	1 067,34	1 070,61	1 073,87	1 077,14	1 080,41	1 083,68	1 086,95	1 090,21
330	1 093,48	1 096,75	1 100,02	1 103,29	1 106,55	1 109,82	1 113,09	1 116,36	1 119,63	1 122,90
340	1 126,16	1 129,43	1 132,70	1 135,97	1 139,24	1 142,50	1 145,77	1 149,04	1 152,31	1 155,58
350	1 158,84	1 162,11	1 165,38	1 168,65	1 171,92	1 175,19	1 178,45	1 181,72	1 184,99	1 188,26
360	1 191,53	1 194,79	1 198,06	1 201,33	1 204,60	1 207,87	1 211,13	1 214,40	1 217,67	1 220,94
370	1 224,21	1 227,47	1 230,74	1 234,01	1 237,28	1 240,55	1 243,82	1 247,08	1 250,35	1 253,62
380	1 256,89	1 260,16	1 263,42	1 266,69	1 269,96	1 273,23	1 276,50	1 279,76	1 283,03	1 286,30
390	1 289,57	1 292,84	1 296,10	1 299,37	1 302,64	1 305,91	1 309,18	1 312,45	1 315,71	1 318,98
400	1 322,25	1 325,52	1 328,79	1 332,05	1 335,32	1 338,59	1 341,86	1 345,13	1 348,39	1 351,66
410	1 354,93	1 358,20	1 361,47	1 364,73	1 368,00	1 371,27	1 374,54	1 377,81	1 381,08	1 384,34
420	1 387,61	1 390,88	1 394,15	1 397,42	1 400,68	1 403,95	1 407,22	1 410,49	1 413,76	1 417,02
430	1 420,29	1 423,56	1 426,83	1 430,10	1 433,36	1 436,63	1 439,90	1 443,17	1 446,44	1 449,71
440	1 452,97	1 456,24	1 459,51	1 462,78	1 466,05	1 469,31	1 472,58	1 475,85	1 479,12	1 482,39
450	1 485,65	1 488,92	1 492,19	1 495,46	1 498,73	1 502,00	1 505,26	1 508,53	1 511,80	1 515,07
460	1 518,34	1 521,60	1 524,87	1 528,14	1 531,41	1 534,68	1 537,94	1 541,21	1 544,48	1 547,75
470	1 551,02	1 554,28	1 557,55	1 560,82	1 564,09	1 567,36	1 570,63	1 573,89	1 577,16	1 580,43
480	1 583,70	1 586,97	1 590,23	1 593,50	1 596,77	1 600,04	1 603,31	1 606,57	1 609,84	1 613,11
490	1 616,38	1 619,65	1 622,91	1 626,18	1 629,45	1 632,72	1 635,99	1 639,26	1 642,52	1 645,79
500	1 649,06	1 652,33	1 655,60	1 658,86	1 662,13	1 665,40	1 668,67	1 671,94	1 675,20	1 678,47
510	1 681,74	1 685,01	1 688,28	1 691,54	1 694,81	1 698,08	1 701,35	1 704,62	1 707,89	1 711,15



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.




PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

Página 4 de 6

Punto de Precisión SAC

Divisiones del Dial	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
520	1 714,42	1 717,69	1 720,96	1 724,23	1 727,49	1 730,76	1 734,03	1 737,30	1 740,57	1 743,83
530	1 747,10	1 750,37	1 753,64	1 756,91	1 760,17	1 763,44	1 766,71	1 769,98	1 773,25	1 776,52
540	1 779,78	1 783,05	1 786,32	1 789,59	1 792,86	1 796,12	1 799,39	1 802,66	1 805,93	1 809,20
550	1 812,46	1 815,73	1 819,00	1 822,27	1 825,54	1 828,81	1 832,07	1 835,34	1 838,61	1 841,88
560	1 845,15	1 848,41	1 851,68	1 854,95	1 858,22	1 861,49	1 864,75	1 868,02	1 871,29	1 874,56
570	1 877,83	1 881,09	1 884,36	1 887,63	1 890,90	1 894,17	1 897,44	1 900,70	1 903,97	1 907,24
580	1 910,51	1 913,78	1 917,04	1 920,31	1 923,58	1 926,85	1 930,12	1 933,38	1 936,65	1 939,92
590	1 943,19	1 946,46	1 949,72	1 952,99	1 956,26	1 959,53	1 962,80	1 966,07	1 969,33	1 972,60
600	1 975,87	1 979,14	1 982,41	1 985,67	1 988,94	1 992,21	1 995,48	1 998,75	2 002,01	2 005,28
610	2 008,55	2 011,82	2 015,09	2 018,35	2 021,62	2 024,89	2 028,16	2 031,43	2 034,70	2 037,96
620	2 041,23	2 044,50	2 047,77	2 051,04	2 054,30	2 057,57	2 060,84	2 064,11	2 067,38	2 070,64
630	2 073,91	2 077,18	2 080,45	2 083,72	2 086,98	2 090,25	2 093,52	2 096,79	2 100,06	2 103,33
640	2 106,59	2 109,86	2 113,13	2 116,40	2 119,67	2 122,93	2 126,20	2 129,47	2 132,74	2 136,01
650	2 139,27	2 142,54	2 145,81	2 149,08	2 152,35	2 155,62	2 158,88	2 162,15	2 165,42	2 168,69
660	2 171,96	2 175,22	2 178,49	2 181,76	2 185,03	2 188,30	2 191,56	2 194,83	2 198,10	2 201,37
670	2 204,64	2 207,90	2 211,17	2 214,44	2 217,71	2 220,98	2 224,25	2 227,51	2 230,78	2 234,05
680	2 237,32	2 240,59	2 243,85	2 247,12	2 250,39	2 253,66	2 256,93	2 260,19	2 263,46	2 266,73
690	2 270,00	2 273,27	2 276,53	2 279,80	2 283,07	2 286,34	2 289,61	2 292,88	2 296,14	2 299,41
700	2 302,68	2 305,95	2 309,22	2 312,48	2 315,75	2 319,02	2 322,29	2 325,56	2 328,82	2 332,09
710	2 335,36	2 338,63	2 341,90	2 345,16	2 348,43	2 351,70	2 354,97	2 358,24	2 361,51	2 364,77
720	2 368,04	2 371,31	2 374,58	2 377,85	2 381,11	2 384,38	2 387,65	2 390,92	2 394,19	2 397,45
730	2 400,72	2 403,99	2 407,26	2 410,53	2 413,79	2 417,06	2 420,33	2 423,60	2 426,87	2 430,14
740	2 433,40	2 436,67	2 439,94	2 443,21	2 446,48	2 449,74	2 453,01	2 456,28	2 459,55	2 462,82
750	2 466,08	2 469,35	2 472,62	2 475,89	2 479,16	2 482,43	2 485,69	2 488,96	2 492,23	2 495,50
760	2 498,77	2 502,03	2 505,30	2 508,57	2 511,84	2 515,11	2 518,37	2 521,64	2 524,91	2 528,18
770	2 531,45	2 534,71	2 537,98	2 541,25	2 544,52	2 547,79	2 551,06	2 554,32	2 557,59	2 560,86
780	2 564,13	2 567,40	2 570,66	2 573,93	2 577,20	2 580,47	2 583,74	2 587,00	2 590,27	2 593,54
790	2 596,81	2 600,08	2 603,34	2 606,61	2 609,88	2 613,15	2 616,42	2 619,69	2 622,95	2 626,22
800	2 629,49	2 632,76	2 636,03	2 639,29	2 642,56	2 645,83	2 649,10	2 652,37	2 655,63	2 658,90
810	2 662,17	2 665,44	2 668,71	2 671,97	2 675,24	2 678,51	2 681,78	2 685,05	2 688,32	2 691,58
820	2 694,85	2 698,12	2 701,39	2 704,66	2 707,92	2 711,19	2 714,46	2 717,73	2 721,00	2 724,26
830	2 727,53	2 730,80	2 734,07	2 737,34	2 740,60	2 743,87	2 747,14	2 750,41	2 753,68	2 756,95
840	2 760,21	2 763,48	2 766,75	2 770,02	2 773,29	2 776,55	2 779,82	2 783,09	2 786,36	2 789,63
850	2 792,89	2 796,16	2 799,43	2 802,70	2 805,97	2 809,24	2 812,50	2 815,77	2 819,04	2 822,31
860	2 825,58	2 828,84	2 832,11	2 835,38	2 838,65	2 841,92	2 845,18	2 848,45	2 851,72	2 854,99




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CARTA DE CALIBRACIÓN EN lbf

Página 5 de 6

Marca de Prensa PINZUAR
Marca de Anillo ELE
Serie de Anillo 1155-16-19810
Capacidad del Anillo 28 kN

Marca del Dial BAKER
Modelo del Dial J62A
Serie del Dial NO INDICA
Código de Identificación NO INDICA

$$y = 7,2049x + 33,0903$$

Valores Ajustados en lbf

Divisiones del Dial	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
100	753,58	760,79	767,99	775,20	782,40	789,60	796,81	804,01	811,22	818,42
110	825,63	832,83	840,04	847,24	854,45	861,65	868,86	876,06	883,27	890,47
120	897,68	904,88	912,09	919,29	926,50	933,70	940,91	948,11	955,32	962,52
130	969,73	976,93	984,14	991,34	998,55	1 005,75	1 012,96	1 020,16	1 027,37	1 034,57
140	1 041,78	1 048,98	1 056,19	1 063,39	1 070,60	1 077,80	1 085,01	1 092,21	1 099,42	1 106,62
150	1 113,83	1 121,03	1 128,24	1 135,44	1 142,64	1 149,85	1 157,05	1 164,26	1 171,46	1 178,67
160	1 185,87	1 193,08	1 200,28	1 207,49	1 214,69	1 221,90	1 229,10	1 236,31	1 243,51	1 250,72
170	1 257,92	1 265,13	1 272,33	1 279,54	1 286,74	1 293,95	1 301,15	1 308,36	1 315,56	1 322,77
180	1 329,97	1 337,18	1 344,38	1 351,59	1 358,79	1 366,00	1 373,20	1 380,41	1 387,61	1 394,82
190	1 402,02	1 409,23	1 416,43	1 423,64	1 430,84	1 438,05	1 445,25	1 452,46	1 459,66	1 466,87
200	1 474,07	1 481,28	1 488,48	1 495,69	1 502,89	1 510,09	1 517,30	1 524,50	1 531,71	1 538,91
210	1 546,12	1 553,32	1 560,53	1 567,73	1 574,94	1 582,14	1 589,35	1 596,55	1 603,76	1 610,96
220	1 618,17	1 625,37	1 632,58	1 639,78	1 646,99	1 654,19	1 661,40	1 668,60	1 675,81	1 683,01
230	1 690,22	1 697,42	1 704,63	1 711,83	1 719,04	1 726,24	1 733,45	1 740,65	1 747,86	1 755,06
240	1 762,27	1 769,47	1 776,68	1 783,88	1 791,09	1 798,29	1 805,50	1 812,70	1 819,91	1 827,11
250	1 834,32	1 841,52	1 848,73	1 855,93	1 863,13	1 870,34	1 877,54	1 884,75	1 891,95	1 899,16
260	1 906,36	1 913,57	1 920,77	1 927,98	1 935,18	1 942,39	1 949,59	1 956,80	1 964,00	1 971,21
270	1 978,41	1 985,62	1 992,82	2 000,03	2 007,23	2 014,44	2 021,64	2 028,85	2 036,05	2 043,26
280	2 050,46	2 057,67	2 064,87	2 072,08	2 079,28	2 086,49	2 093,69	2 100,90	2 108,10	2 115,31
290	2 122,51	2 129,72	2 136,92	2 144,13	2 151,33	2 158,54	2 165,74	2 172,95	2 180,15	2 187,36
300	2 194,56	2 201,77	2 208,97	2 216,18	2 223,38	2 230,58	2 237,79	2 244,99	2 252,20	2 259,40
310	2 266,61	2 273,81	2 281,02	2 288,22	2 295,43	2 302,63	2 309,84	2 317,04	2 324,25	2 331,45
320	2 338,66	2 345,86	2 353,07	2 360,27	2 367,48	2 374,68	2 381,89	2 389,09	2 396,30	2 403,50
330	2 410,71	2 417,91	2 425,12	2 432,32	2 439,53	2 446,73	2 453,94	2 461,14	2 468,35	2 475,55
340	2 482,76	2 489,96	2 497,17	2 504,37	2 511,58	2 518,78	2 525,99	2 533,19	2 540,40	2 547,60
350	2 554,81	2 562,01	2 569,22	2 576,42	2 583,62	2 590,83	2 598,03	2 605,24	2 612,44	2 619,65
360	2 626,85	2 634,06	2 641,26	2 648,47	2 655,67	2 662,88	2 670,08	2 677,29	2 684,49	2 691,70
370	2 698,90	2 706,11	2 713,31	2 720,52	2 727,72	2 734,93	2 742,13	2 749,34	2 756,54	2 763,75
380	2 770,95	2 778,16	2 785,36	2 792,57	2 799,77	2 806,98	2 814,18	2 821,39	2 828,59	2 835,80
390	2 843,00	2 850,21	2 857,41	2 864,62	2 871,82	2 879,03	2 886,23	2 893,44	2 900,64	2 907,85
400	2 915,05	2 922,26	2 929,46	2 936,67	2 943,87	2 951,07	2 958,28	2 965,48	2 972,69	2 979,89
410	2 987,10	2 994,30	3 001,51	3 008,71	3 015,92	3 023,12	3 030,33	3 037,53	3 044,74	3 051,94
420	3 059,15	3 066,35	3 073,56	3 080,76	3 087,97	3 095,17	3 102,38	3 109,58	3 116,79	3 123,99
430	3 131,20	3 138,40	3 145,61	3 152,81	3 160,02	3 167,22	3 174,43	3 181,63	3 188,84	3 196,04
440	3 203,25	3 210,45	3 217,66	3 224,86	3 232,07	3 239,27	3 246,48	3 253,68	3 260,89	3 268,09
450	3 275,30	3 282,50	3 289,71	3 296,91	3 304,11	3 311,32	3 318,52	3 325,73	3 332,93	3 340,14
460	3 347,34	3 354,55	3 361,75	3 368,96	3 376,16	3 383,37	3 390,57	3 397,78	3 404,98	3 412,19
470	3 419,39	3 426,60	3 433,80	3 441,01	3 448,21	3 455,42	3 462,62	3 469,83	3 477,03	3 484,24
480	3 491,44	3 498,65	3 505,85	3 513,06	3 520,26	3 527,47	3 534,67	3 541,88	3 549,08	3 556,29
490	3 563,49	3 570,70	3 577,90	3 585,11	3 592,31	3 599,52	3 606,72	3 613,93	3 621,13	3 628,34
500	3 635,54	3 642,75	3 649,95	3 657,16	3 664,36	3 671,56	3 678,77	3 685,97	3 693,18	3 700,38
510	3 707,59	3 714,79	3 722,00	3 729,20	3 736,41	3 743,61	3 750,82	3 758,02	3 765,23	3 772,43




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

Página 6 de 6

Punto de Precisión SAC

Divisiones del Dial	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
520	3 779,64	3 786,84	3 794,05	3 801,25	3 808,46	3 815,66	3 822,87	3 830,07	3 837,28	3 844,48
530	3 851,69	3 858,89	3 866,10	3 873,30	3 880,51	3 887,71	3 894,92	3 902,12	3 909,33	3 916,53
540	3 923,74	3 930,94	3 938,15	3 945,35	3 952,56	3 959,76	3 966,97	3 974,17	3 981,38	3 988,58
550	3 995,79	4 002,99	4 010,20	4 017,40	4 024,60	4 031,81	4 039,01	4 046,22	4 053,42	4 060,63
560	4 067,83	4 075,04	4 082,24	4 089,45	4 096,65	4 103,86	4 111,06	4 118,27	4 125,47	4 132,68
570	4 139,88	4 147,09	4 154,29	4 161,50	4 168,70	4 175,91	4 183,11	4 190,32	4 197,52	4 204,73
580	4 211,93	4 219,14	4 226,34	4 233,55	4 240,75	4 247,96	4 255,16	4 262,37	4 269,57	4 276,78
590	4 283,98	4 291,19	4 298,39	4 305,60	4 312,80	4 320,01	4 327,21	4 334,42	4 341,62	4 348,83
600	4 356,03	4 363,24	4 370,44	4 377,65	4 384,85	4 392,05	4 399,26	4 406,46	4 413,67	4 420,87
610	4 428,08	4 435,28	4 442,49	4 449,69	4 456,90	4 464,10	4 471,31	4 478,51	4 485,72	4 492,92
620	4 500,13	4 507,33	4 514,54	4 521,74	4 528,95	4 536,15	4 543,36	4 550,56	4 557,77	4 564,97
630	4 572,18	4 579,38	4 586,59	4 593,79	4 601,00	4 608,20	4 615,41	4 622,61	4 629,82	4 637,02
640	4 644,23	4 651,43	4 658,64	4 665,84	4 673,05	4 680,25	4 687,46	4 694,66	4 701,87	4 709,07
650	4 716,28	4 723,48	4 730,69	4 737,89	4 745,09	4 752,30	4 759,50	4 766,71	4 773,91	4 781,12
660	4 788,32	4 795,53	4 802,73	4 809,94	4 817,14	4 824,35	4 831,55	4 838,76	4 845,96	4 853,17
670	4 860,37	4 867,58	4 874,78	4 881,99	4 889,19	4 896,40	4 903,60	4 910,81	4 918,01	4 925,22
680	4 932,42	4 939,63	4 946,83	4 954,04	4 961,24	4 968,45	4 975,65	4 982,86	4 990,06	4 997,27
690	5 004,47	5 011,68	5 018,88	5 026,09	5 033,29	5 040,50	5 047,70	5 054,91	5 062,11	5 069,32
700	5 076,52	5 083,73	5 090,93	5 098,14	5 105,34	5 112,54	5 119,75	5 126,95	5 134,16	5 141,36
710	5 148,57	5 155,77	5 162,98	5 170,18	5 177,39	5 184,59	5 191,80	5 199,00	5 206,21	5 213,41
720	5 220,62	5 227,82	5 235,03	5 242,23	5 249,44	5 256,64	5 263,85	5 271,05	5 278,26	5 285,46
730	5 292,67	5 299,87	5 307,08	5 314,28	5 321,49	5 328,69	5 335,90	5 343,10	5 350,31	5 357,51
740	5 364,72	5 371,92	5 379,13	5 386,33	5 393,54	5 400,74	5 407,95	5 415,15	5 422,36	5 429,56
750	5 436,77	5 443,97	5 451,18	5 458,38	5 465,58	5 472,79	5 479,99	5 487,20	5 494,40	5 501,61
760	5 508,81	5 516,02	5 523,22	5 530,43	5 537,63	5 544,84	5 552,04	5 559,25	5 566,45	5 573,66
770	5 580,86	5 588,07	5 595,27	5 602,48	5 609,68	5 616,89	5 624,09	5 631,30	5 638,50	5 645,71
780	5 652,91	5 660,12	5 667,32	5 674,53	5 681,73	5 688,94	5 696,14	5 703,35	5 710,55	5 717,76
790	5 724,96	5 732,17	5 739,37	5 746,58	5 753,78	5 760,99	5 768,19	5 775,40	5 782,60	5 789,81
800	5 797,01	5 804,22	5 811,42	5 818,63	5 825,83	5 833,03	5 840,24	5 847,44	5 854,65	5 861,85
810	5 869,06	5 876,26	5 883,47	5 890,67	5 897,88	5 905,08	5 912,29	5 919,49	5 926,70	5 933,90
820	5 941,11	5 948,31	5 955,52	5 962,72	5 969,93	5 977,13	5 984,34	5 991,54	5 998,75	6 005,95
830	6 013,16	6 020,36	6 027,57	6 034,77	6 041,98	6 049,18	6 056,39	6 063,59	6 070,80	6 078,00
840	6 085,21	6 092,41	6 099,62	6 106,82	6 114,03	6 121,23	6 128,44	6 135,64	6 142,85	6 150,05
850	6 157,26	6 164,46	6 171,67	6 178,87	6 186,07	6 193,28	6 200,48	6 207,69	6 214,89	6 222,10
860	6 229,30	6 236,51	6 243,71	6 250,92	6 258,12	6 265,33	6 272,53	6 279,74	6 286,94	6 294,15



RN DEL DOCUMENTO

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

ANEXO 5: RESULTADOS DE LABORATORIO DE LOS ENSAYOS DE MECÁNICA DE SUELOS



Laboratorio de Suelos y Materiales
PROYCON SILVER S.C.R.L.

ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS INFORME TECNICO N° 2103-3039 A

PROYECTO:

"MUCILAGO DE GIGANTON Y ADITIVO POLICARBOXILATO PARA MEJORAR LAS
PROPIEDADES DEL MATERIAL DE BASE SENCCA, CUSCO-2021"



SOLICITANTE : JULIO CESAR BLANCO CCAMA//GILDA SANCHEZ SEGOVIA

RESPONSABLE : SERGIO I. LIENDO VARGAS
INGENIERO CIVIL
CIP 65074

UBICACIÓN : CUSCO-CUSCO

MARZO 2021


Laboratorio de Suelos y Materiales
PROYECTOS Y CONSTRUCCIONES SILVER S.C.R.L.
Sergio Ivan Liendo Vargas
Ingeniero Civil



1. OBJETIVOS Y FINES

Los objetivos y fines del presente informe corresponden a determinar la densidad seca máxima, capacidad de soporte y el contenido de humedad óptimo del material proporcionado, para tal fin se realizaron pruebas de laboratorio tales como: Contenido de humedad natural, Peso Específico de Gravas, límites de consistencia, clasificación de suelo, Compactación (Proctor modificado) y CBR (California Bearing Ratio).

2. CONSIDERACIONES DEL ESTUDIO

2.1. CARACTERISTICAS DEL PROYECTO:

- ❖ Material: el material analizado fue proporcionado por el solicitante.

2.2. SUELOS Y CAPAS DE REVESTIMIENTO GRANULAR

Las carreteras por sus capas superiores y superficie de rodadura pueden ser clasificadas como sigue:

1. Con superficie de rodadura no pavimentada.
 - a) Carreteras de tierra constituidas por suelo natural y mejorado con grava seleccionada por zarandeo.
 - b) Carreteras gravosas constituidas por una capa de revestimiento con material natural pétreo sin procesar, seleccionado manualmente o por zarandeo, de tamaño máximo de 75 mm.
 - c) Carreteras afirmadas constituidas por una capa de revestimiento con materiales de cantera, clasificadas naturalmente o por medios mecánicos (zarandeo), con una dosificación especificada, compuesta por una combinación apropiada de tres tamaños o tipos de material: piedra, arena y finos o arcilla, siendo el tamaño máximo 25mm.
 - c.1) Afirmados con gravas naturales o zarandeadas.
 - c.2) Afirmados con gravas homogenizadas mediante chancado.
 - d) Carreteras con superficie de rodadura estabilizada con materiales industriales:
 - d.1) Afirmados con grava con superficie estabilizada con materiales como: asfalto (imprimación reforzada), cemento, cal, aditivos químicos y otros.
 - d.2) Suelos naturales estabilizados con: material granular y finos ligantes, asfalto (imprimación reforzada), cemento, cal, aditivos químicos y otros.
2. Con superficie de rodadura pavimentada (no aplicable a este informe)
 - e) Pavimentos de adoquines de concreto.
 - f) Pavimentos flexibles.
 - f.1) Con capas granulares (sub base y base drenantes) y una superficie



bituminosa de espesor de hasta 25 mm, (tratamiento superficial bicapa).

f.2) Con capas granulares (sub base y base drenantes) y una capa bituminosa de espesor variable > 25 mm, (carpetas asfálticas).

g) Pavimentos semi rígidos: conformados con solo capas asfálticas (full depth).

h) Pavimentos rígidos: conformado por losa de concreto hidráulico de cemento Portland.

2.2. MATERIALES DE LA CAPA GRANULAR DE RODADURA

2.2.1. CAPA DE AFIRMADO

El material a usarse varía según la región y las fuentes locales de agregados, cantera de cerro o de río, también se diferencia si se utilizará como una capa superficial o capa inferior, porque de ello depende el tamaño máximo de los agregados y el porcentaje de material fino o arcilla, cuyo contenido es una característica obligatoria en la carretera de afirmado.

El afirmado es una mezcla de tres tamaños o tipos de material: piedra, arena y finos o arcilla. Si no existe una buena combinación de estos tres tamaños, el afirmado será pobre.

El afirmado requiere de un porcentaje de piedra para soportar las cargas. Asimismo, necesita un porcentaje de arena clasificada, según tamaño, para llenar los vacíos entre las piedras y dar estabilidad a la capa y, obligatoriamente un porcentaje de finos plásticos para cohesionar los materiales de la capa de afirmado.

Hay dos principales aplicaciones en el uso de afirmados: Su uso como superficie de rodadura en carreteras no pavimentadas o su uso como capa inferior granular o como colchón anticontaminante.

Como superficie de rodadura, un afirmado sin suficientes finos está expuesto a perderse porque es inestable. En construcción de carreteras, se requiere un porcentaje limitado pero suficiente de materiales finos y plásticos que cumplan la función de aglutinar para estabilizar la mezcla de gravas.

Un buen afirmado para capa inferior, tendrá mayor tamaño máximo de piedras que en el caso de la capa de superficie y muy poco porcentaje de arcillas y de materiales finos en general. La razón de ello es que la capa inferior debe tener buena resistencia para soportar las cargas del tránsito y, además, debe tener la cualidad de ser drenante.

2.2.1.1. GRADACIÓN DE LOS MATERIALES DE LA CAPA DE AFIRMADO

Para la construcción de afirmados, con o sin estabilizadores, se utilizarán materiales granulares naturales procedentes de excedentes de excavaciones, canteras, o escorias metálicas, establecidas en el Expediente Técnico y aprobadas por el Supervisor; así mismo podrán provenir de la trituración de rocas, gravas o estar constituidos por una mezcla de productos de diversas procedencias.

Las partículas de los agregados serán duras, resistentes y durables, sin exceso de partículas planas, blandas o desintegrables y sin materia orgánica, terrones de arcilla u otras sustancias perjudiciales. Sus condiciones de limpieza dependerán del uso que se vaya a dar al material.



Laboratorio de Suelos y Materiales
PROYCON SILVER S.C.R.L.

Para el traslado del material de afirmado al lugar de obra, deberá humedecerse y cubrirse con lona para evitar emisiones de material particulado, que pudiera afectar a los trabajadores y poblaciones aledañas.

Los requisitos de calidad que deben cumplir los materiales, deberán ajustarse a alguna de las siguientes franjas granulométricas.

Para cada tipo de afirmado le corresponderá una granulometría:

Tamiz	Porcentaje que pasa					
	A-1	A-2	C	D	E	F
50 mm (2")	100	—				
37,5 mm (1½")	100	—				
25 mm (1")	90-100	100	100	100	100	100
19 mm (¾")	65-100	80-100				
9,5 mm (¾")	45-80	65-100	50-85	60-100		
4,75 mm (N.º 4)	30-65	50-85	35-65	50-85	55-100	70-100
2,0 mm (N.º 10)	22-52	33-67	25-50	40-70	40-100	55-100
425 µm (N.º 40)	15-35	20-45	15-30	25-45	20-50	30-70
75 µm (N.º 200)	5-20	5-20	5-15	5-20	6-20	8-25

Fuente: AASHTO M-147

Para el caso del porcentaje que pasa el tamiz 75 µm (Nº 200), se tendrá en cuenta las condiciones ambientales locales (temperatura y lluvia), especialmente para prevenir el daño por la acción de las heladas, en este caso será necesario tener porcentajes más bajos al porcentaje especificado que pasa el tamiz 75 µm (Nº 200), por lo que el proyectista especificará los porcentajes apropiados.

Además, deberán satisfacer los siguientes requisitos de calidad:

- ❖ Desgaste Los Ángeles : 50% máx. (MTC E 207)
- ❖ Límite líquido : 35% máx. (MTC E 110)
- ❖ Índice de plasticidad : 4% - 9% (MTC E 111)
- ❖ CBR (I) : 40% mín. (MTC E 132)

(I) Referido al 100% de la Máxima Densidad Seca y una Penetración de Carga de 0.1" (2.5 mm)

Muy importante es el índice de plasticidad que podrá llegar hasta un máximo de 12 y no debe ser menor de 4. La razón es que la capa de rodadura en su superficie necesita un mayor porcentaje de material plástico y las arcillas naturales le darán la cohesión necesaria y por lo tanto una superficie cómoda para la conducción vehicular. Esto puede ser crítico durante el período seco, pues necesitará riego de agua.

En cambio, durante período húmedo, en la superficie pueden aparecer pequeñas huellas que después de la lluvia rápidamente se secarán y endurecerán, por efecto del sol y el viento. En cambio, si la capa de afirmado presenta una gran cantidad de finos plásticos, esta grava causará problemas si es que la humedad llega a este nivel pues esta capa inferior perderá resistencia y estabilidad, causando ahuecamiento profundo o la falla total de la capa granular de rodadura.



En el caso de que se tuvieran materiales con índice de plasticidad fuera del rango 4-12%, se estudiará el empleo de un tratamiento superficial, como la imprimación reforzada bituminosa, estabilización con cal, cemento, cloruros de sodio (Sal) o magnesio u otros estabilizadores químicos con la finalidad de mantener y/o prolongar la vida útil de la carretera. Para la dosificación y mezcla del material para afirmado, se tendrá como referencia y punto de partida las gradaciones que recomienda la especificación técnica EG-CBT2005, sección 302B.

Es a partir de esta especificación que se efectúan los ensayos y dosificaciones hasta conseguir un material de afirmado de buena calidad. De ser el caso, se establecerán las diferencias que sustenten una especificación especial, como variante de la EG-CBT 2005, sección 302B.

2.2.1.2. MANIPULEO Y COLOCACIÓN DEL MATERIAL DE AFIRMADO

El material de afirmado se descargará cuando se compruebe que la plataforma sobre la cual se va a apoyar tenga la densidad apropiada y las cotas indicadas en los planos. Todas las irregularidades que excedan las tolerancias admitidas en la especificación respectiva deberán ser corregidas.

Generalmente toda cantera o fuente de material tiene variaciones en las capas de revestimiento granular a explotar, pues se presentan capas aparentemente muy uniformes, pero cambian repentinamente con bolsones de un material diferente y esto afecta la gradación total de la grava. Por eso es importante el conocimiento e investigación de las fuentes de materiales para conseguir una correcta explotación y una buena mezcla desde el comienzo del proceso.

Otro de los problemas es la segregación del material durante el proceso. Cuando ocurre esto, las partículas de gran tamaño tienden a juntarse hasta conseguir aislarse, en vez de mezclarse con el resto del material. Esta situación provocará la inconsistencia del material, así como dificultad en su compactación. Las zonas superficiales que contienen una cantidad inusual de partículas gruesas presentarán una condición suelta e inestable, mientras que otras zonas presentarán exceso de finos que provocarán ahuellamientos profundos durante el período de lluvias.

Cuando un material apilado se segrega, una opción será utilizar la motoniveladora y volver a mezclar el material hasta homogenizarlo y luego extenderlo en capas uniformes sobre la carretera, este procedimiento reducirá el problema de segregación.

Cuando el afirmado tenga que ser colocada sobre la carretera, es importante que la superficie se encuentre en buenas condiciones, sin problemas de drenaje e imperfecciones sobre la superficie, como ahuellamientos, baches, desniveles, etc.. Todos estos problemas deben ser eliminados hasta formar correctamente la sección transversal de la carretera. Entonces, el material de afirmado se puede colocar en un espesor uniforme y en el futuro será más fácil su mantenimiento. En caso de que la superficie de la carretera sea lisa y este endurecida, se deberá escarificar ligeramente la superficie para conseguir una buena adherencia con el nuevo material. Esta es la única manera que una capa uniforme de afirmado nueva puede ser colocada.

El comportamiento de la capa de afirmado dependerá en gran parte de su ejecución, especialmente de la compactación que se le haya dado. La compactación reducirá los vacíos y aumentará el número de puntos de contacto entre partículas y el correspondiente rozamiento. La capa de afirmado debe ser compactada, por lo menos al 100% de la densidad máxima, determinada según el método AASHTO T180.

Otro aspecto importante lo constituye el perfilado. En cuanto a la conformación del bombeo y peraltes, cualquier defecto en el mismo constituye un impedimento para el drenaje



superficial del agua de las lluvias.

No obstante, es necesario indicar que el comportamiento de una superficie de afirmado no tendrá en ningún caso un comportamiento similar a las superficies pavimentadas. Siempre habrá algunas pérdidas de agregados en virtualmente todas las carreteras de afirmado, por lo que se debe evaluar la necesidad de colocar capas de protección o estabilizaciones, según lo permitan los presupuestos de construcción y/o mantenimiento y la disponibilidad de materiales en la zona.

Durante el trabajo de colocación de la capa de afirmado, se colocarán los dispositivos de control de tránsito de acuerdo a lo establecido en el Manual de Dispositivos de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras.

3. NORMAS APLICADAS AL PRESENTE ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS.

El ensayo realizado para el Estudio de Suelos se ha desarrollado siguiendo los lineamientos y recomendaciones que están contenidos en el "MANUAL DE ENSAYOS DE MATERIALES PARA CARRETERAS (EM-2016)", que incluyen las normas de la ASTM (American Society for Testing Materials), la AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials)

Para el análisis y la interpretación de los resultados obtenidos en laboratorio e in-situ, y verificar si los materiales cumplen con los requerimientos mínimos establecidos por la norma se utilizaron 3 referencias:

- 1) Manual de diseño de carreteras No pavimentadas de bajo volumen de tránsito, realizado por la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- 2) Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras (EG - 2013), realizado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- 3) Manual de carreteras "suelo, geología, geotecnia y pavimentos", Sección: suelos y pavimentos, realizado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- 4) Norma CE.010 Pavimentos Urbanos (del Reglamento Nacional de Edificaciones), aprobado mediante DS N° 001-2010-VIVIENDA, realizado por el Ministerio de Vivienda, construcción y Saneamiento.

4. LISTADO DE NORMAS UTILIZADAS:

▪ Análisis granulométrico de Suelos por Tamizado	MTC E 107
▪ Contenido de Humedad de un suelo	MTC E 108
▪ Determinación del Límite Líquido de los Suelos	MTC E 110
▪ Determinación del Límite Plástico e Índice de Plasticidad	MTC E 111
▪ Peso Específico de Suelos (fracción gruesa)	MTC E 206
▪ Relaciones Humedad - Densidad (Próctor modificado)	MTC E 115
▪ Relación de Soporte de California (CBR)	MTC E 132
▪ Clasificación de Suelos según SUCS	ASTM D-2487
▪ Clasificación de suelos según AASHTO	AASHTO M-145

5. CONCLUSIONES

- ❖ Los resultados están categorizados en el cuadro adjunto, dejando al profesional



Laboratorio de Suelos y Materiales
PROYCON SILVER S.C.R.L.

responsable determinar la mejor intervención acorde a la importancia del proyecto.

RESUMEN DE RESULTADOS DEL ESTUDIO

ENSAYO	Muestra
	-
Contenido de Humedad Natural	34.82%
Límite Líquido(LL)	23.18%
Límite Plástico(LP)	12.96%
Índice de Plasticidad (IP)	10.22%
Clasificación SUCS	SP - SC
Clasificación AASHTO	A-2-6 (0)
Peso Específico de Gravas	2.46 gr/cm3
Densidad Máxima Seca	2.31 gr/cm3
Humedad Óptima	5.79%
CBR (D1)	0.1"
	CBR al 100%----- 42.30%
	CBR al 95% -----31.41%
CBR (D2)	0.1"
	CBR al 100%----- 42.51%
	CBR al 95% -----30.65%
CBR (D3)	0.1"
	CBR al 100%----- 48.04%
	CBR al 95% -----39.43%
CBR (D4)	0.1"
	CBR al 100%----- 56.97%
	CBR al 95% -----38.60%
CBR (D5)	0.1"
	CBR al 100%----- 28.47%
	CBR al 95% -----26.08%
CBR (D6)	0.1"
	CBR al 100%----- 37.65%
	CBR al 95% -----27.22%
CBR (D7)	0.1"
	CBR al 100%----- 39.38%
	CBR al 95% -----32.21%
CBR (D8)	0.1"
	CBR al 100%----- 45.89%
	CBR al 95% -----33.75%
CBR (D9)	0.1"
	CBR al 100%----- 36.24%
	CBR al 95% -----27.98%

- ❖ Se deja a criterio del solicitante establecer el uso del material ensayado.
- ❖ Se ha utilizado el Método de Compactación "B" (Material de cantera) según las indicaciones del Manual de Ensayo de Materiales (EM 2000) Sección N° 1 Suelos MTC E 115 2000.
- ❖ El valor del CBR del suelo ensayado, no cumple con los requisitos mínimos exigidos por la norma para ser usado en la construcción de pavimentos.



Laboratorio de Suelos y Materiales
PROYCON SILVER S.C.R.L.

responsable determinar la mejor intervención acorde a la importancia del proyecto.

RESUMEN DE RESULTADOS DEL ESTUDIO

ENSAYO	Muestra
	-
Contenido de Humedad Natural	34.82%
Límite Líquido(LL)	23.18%
Límite Plástico(LP)	12.96%
Índice de Plasticidad (IP)	10.22%
Clasificación SUCS	SP - SC
Clasificación AASHTO	A-2-6 (0)
Peso Específico de Gravas	2.46 gr/cm ³
Densidad Máxima Seca	2.31 gr/cm ³
Humedad Óptima	5.79%
CBR (D1)	0.1"
	CBR al 100%----- 42.30%
	CBR al 95%----- 31.41%
CBR (D2)	0.1"
	CBR al 100%----- 42.51%
	CBR al 95%----- 30.65%
CBR (D3)	0.1"
	CBR al 100%----- 48.04%
	CBR al 95%----- 39.43%
CBR (D4)	0.1"
	CBR al 100%----- 56.97%
	CBR al 95%----- 38.60%
CBR (D5)	0.1"
	CBR al 100%----- 28.47%
	CBR al 95%----- 26.08%
CBR (D6)	0.1"
	CBR al 100%----- 37.65%
	CBR al 95%----- 27.22%
CBR (D7)	0.1"
	CBR al 100%----- 39.38%
	CBR al 95%----- 32.21%
CBR (D8)	0.1"
	CBR al 100%----- 45.89%
	CBR al 95%----- 33.75%
CBR (D9)	0.1"
	CBR al 100%----- 36.24%
	CBR al 95%----- 27.98%

- ❖ Se deja a criterio del solicitante establecer el uso del material ensayado.
- ❖ Se ha utilizado el Método de Compactación "B" (Material de cantera) según las indicaciones del Manual de Ensayo de Materiales (EM 2000) Sección N° 1 Suelos MTC E 115 2000.
- ❖ El valor del CBR del suelo ensayado, no cumple con los requisitos mínimos exigidos por la norma para ser usado en la construcción de pavimentos.



6. PANEL FOTOGRAFICO

ENSAYOS DE LABORATORIO

GRANULOMETRÍA



LIMITES



PROCTOR





Laboratorio de Suelos y Materiales
PROYCON SILVER S.C.R.L.

CBR





Laboratorio de Suelos y Materiales
PROYCON SILVER S.C.R.L.





7. REFERENCIAS.

- 1) Norma Técnica Peruana CE.010 PAVIMENTOS URBANOS.
- 2) Exploración Geotécnica (1987).
Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos.
- 3) A. Terzaghi Karl. And Peck. R. B (1967)
"soil mechanics engineering practice", John Wiley abd Sons, New York.
- 4) Yves Lacroix and H.M. Hrn (1967)
"Direct Detemination and Indirect Evaluation of Relative Density and Its Use on
Earthwork Construction Projects"
- 5) Vesic, A.S (1973)
"Análisis de la capacidad de carga de cimentaciones superficiales, Revista
Ingeniería Vol. XLII N° 1 México D.F"
- 6) Juárez Eulalio Badillo y Alfonso Rico Rodríguez. "Teoría y Aplicaciones de la
Mecánica de Suelos" Tomo II"
- 7) Ralph B. Peck. Hanson (1982). "Ingeniería de Cimentaciones"
- 8) Mecánica de Suelos Y Cimentaciones
George B. Sowers - George F. Sowers.
- 9) Manuel Delgado Vargas.
"Ingeniería de Cimentaciones" (Fundamentos e Introducción al Análisis
Geotécnico).
- 10) José Rodríguez Ortiz: "Curso Aplicado de Cimentaciones" (6ta. Edición Madrid)
- 11) Joseph E. Bowles: "Manual de Laboratorio de Suelos y Cimentaciones".
- 12) Braja M. Das. Principios de Ingeniería de Cimentaciones.
- 13) Carlos Crespo Villalaz. "Mecánica de Suelos y Cimentaciones".
- 14) Jorge E. Alva Hurtado - ICG. "Diseño de cimentaciones".





Laboratorio de Suelos y Materiales
PROYCON SILVER S.C.R.L.

CÁLCULOS Y ENSAYOS DE LABORATORIO



PRO&CON S.C.R.L.

- LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES.

- Barrio Profesional C-1, Telf: 084-254730, Cel. Movistar: 984-621489, Claro: 984-727700

Proyecto: MUCILAGO DE GIGANTON Y ADITIVO POLICARBOXILATO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL MATERIAL DE BASE SENCCA, CUSCO-2021

Ubicación: CUSCO-CUSCO

Solicita: JULIO CESAR BLANCO CCAMA//GILDA SANCHEZ SEGOVIA

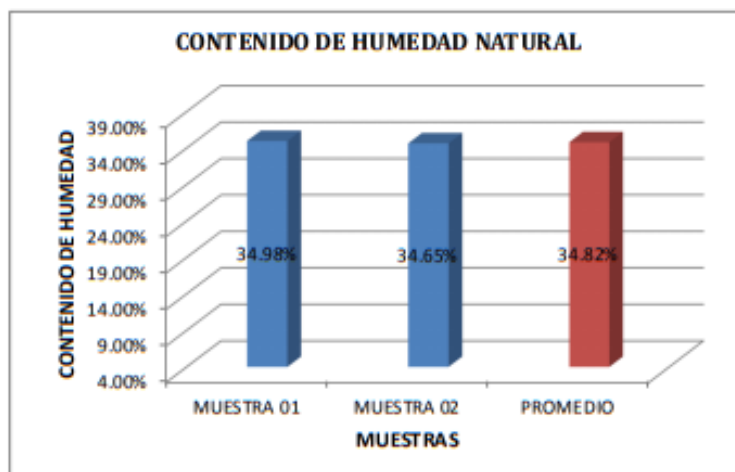
Muestra: PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

Fecha: jueves, 25 de marzo de 2021

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

MTC E 108, Basado en la Norma ASTM D-2216

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02
Peso de Capsula (gr)	18.99	17.36
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	111.87	136.65
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	87.80	105.95
Peso del Agua (gr)	24.07	30.70
Peso de la Muestra Seca (gr)	68.81	88.59
Contenido de Humedad	34.98%	34.65%



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL = 34.82%


Laboratorio de
Suelos y Materiales
INVESTIGACIÓN Y CONSTRUCCIÓN S.C.R.L.
 Sergio Ivan Llendo Vargas
 Ingeniero Civil



PRO&CON S.C.R.L.

- LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES.

- Barrio Profesional C-1, Telf: 084-254730, Cel. Movistar: 984-621489, Claro: 984-727700

MUCILAGO DE GIGANTON Y ADITIVO POLICARBOXILATO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL MATERIAL DE BASE

Proyecto: SENCICA, CUSCO-2021

Ubicación: CUSCO-CUSCO

Solicita: JUIJO CESAR BLANCO CCAMA//GILDA SANCHEZ SE GOVA

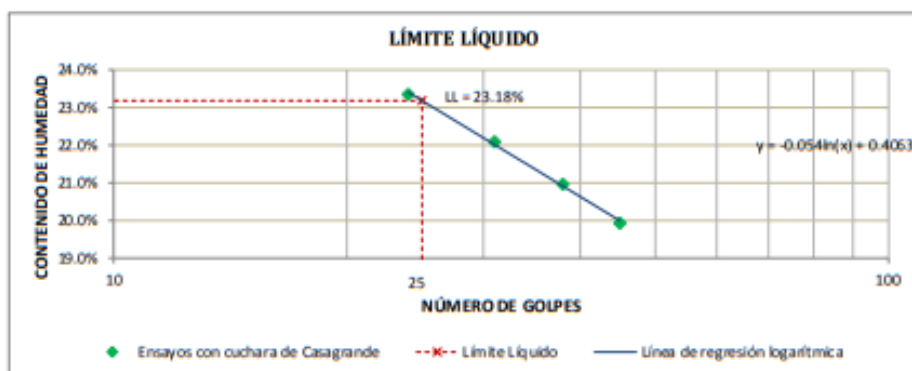
Muestra: PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

Fecha: jueves, 25 de marzo de 2021

LÍMITE LÍQUIDO

MTC E 110, Basado en la Norma ASTM D-4318 y AASHTO T-89

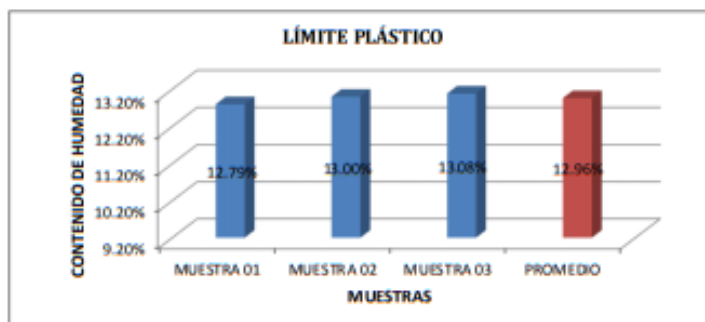
DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	MUESTRA 04
Número de Golpes	45	38	31	24
Peso de Capsula (gr)	9.54	9.27	8.93	9.26
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	29.58	27.62	29.77	31.45
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	26.25	24.44	26.00	27.25
Peso del Agua (gr)	3.33	3.18	3.77	4.20
Peso de la Muestra Seca (gr)	16.71	15.17	17.07	17.99
Contenido de Humedad	19.93%	20.96%	22.09%	23.35%



LÍMITE PLÁSTICO

MTC E 111, Basado en la Norma ASTM D-4318 y AASHTO T-90

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Peso de Capsula (gr)	9.04	8.11	8.03
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	12.39	16.63	17.02
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	12.01	15.65	15.98
Peso del Agua (gr)	0.38	0.98	1.04
Peso de la Muestra Seca (gr)	2.97	7.54	7.95
Contenido de Humedad	12.79%	13.00%	13.08%



LÍMITE LÍQUIDO = 23.18%
LÍMITE PLÁSTICO = 12.96%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD = 10.22%

Laboratorio de Suelos y Materiales
Ingeniería y Construcción S.C.R.L.
Sergio Ivan Llendo Vargas
Ingeniero Civil



LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

Barrio Profesional C-1, Tel: 084-2547310, Cel. Movistar: 984-6211489, Claro: 984-727700

PRO&CON S.C.R.L.

Proyecto: MUCILAGO DE GIGANTON Y ADITIVO POLICARBOXILATO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL MATERIAL DE BASE SENCCA, CUSCO-2021

Ubicación: CUSCO-CUSCO

Solicitante: JULIO CESAR BLANCO CCAMA/GILDA SANCHEZ SEGOVIA

Muestra: PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

Fecha: jueves, 25 de marzo de 2021

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTCE 107, Basado en la Norma ASTM D-422 y AASHTO T-88

MATERIAL NO LAVADO
Peso total de la muestra = 2.388.95 gr
Peso de la fracción no lavada = 0.00 gr
Peso de la fracción para lavado = 2.388.95 gr

FRACCIÓN DE MATERIAL LAVADO
Peso de la fracción antes del lavado = 2.388.95 gr
Peso de la fracción después de lavar = 2.130.54 gr
% de la fracción lavada = 100.00%

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO EN FRACCIÓN LAVADA	CORRECCIÓN EN FRACCIÓN LAVADA	% RETENIDO CORREGIDO EN FRACCIÓN LAVADA	% RETENIDO CORREGIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
4"	100	0.00	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
3"	75	0.00	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
2"	50	0.00	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
1 1/2"	37.5	0.00	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
1"	25	116.55	5.52%	-0.01%	5.52%	4.87%	4.87%	95.13%
3/4"	19	47.55	2.25%	0.00%	2.25%	1.99%	6.86%	93.14%
3/8"	9.5	307.74	14.58%	-0.02%	14.57%	12.87%	19.73%	80.27%
Nº 4	4.75	527.32	24.99%	-0.03%	24.96%	22.05%	41.78%	58.22%
Nº 10	2	502.35	23.80%	-0.03%	23.78%	21.01%	62.79%	37.21%
Nº 20	0.850	337.22	15.98%	-0.02%	15.96%	14.10%	76.89%	23.11%
Nº 40	0.425	145.98	6.92%	-0.01%	6.91%	6.10%	82.99%	17.01%
Nº 60	0.250	60.70	2.88%	0.00%	2.87%	2.54%	85.53%	14.47%
Nº 140	0.106	51.94	2.46%	0.00%	2.46%	2.17%	87.70%	12.30%
Nº 200	0.075	14.56	0.69%	0.00%	0.69%	0.61%	88.31%	11.69%
Canuela	-	0.89	0.04%	0.00%	0.04%	0.04%	88.35%	-
Lavado	-	278.41	-	-	-	11.65%	100.00%	-
Fracción Retenida en lavado		2112.80	100.11%	-0.11%	100.00%	88.35%		
Total		2391.21	%Error = -0.11%	Ok!	-	100.00%		

Gradación: A-1

TAMIZ Nº	LIM. INFERIOR	LIM. SUPERIOR
2" (50 mm)	100%	100%
1 1/2" (37.5 mm)	100%	100%
1" (25 mm)	90%	100%
3/4" (19 mm)	65%	100%
3/8" (9.5 mm)	45%	80%
Nº 4 (4.75 mm)	30%	65%
Nº 10 (2 mm)	22%	52%
Nº 40 (0.425 mm)	15%	35%
Nº 200 (0.075 mm)	5%	20%

Fracciones de Grava, Arena y Finos de la Muestra

% de grava (Retiene Tamiz Nº 4) = 41.78%

% de arena (Pasa Nº 4 y Ret. Nº 200) = 46.53%

% de finos (Pasa Tamiz Nº 200) = 11.69%

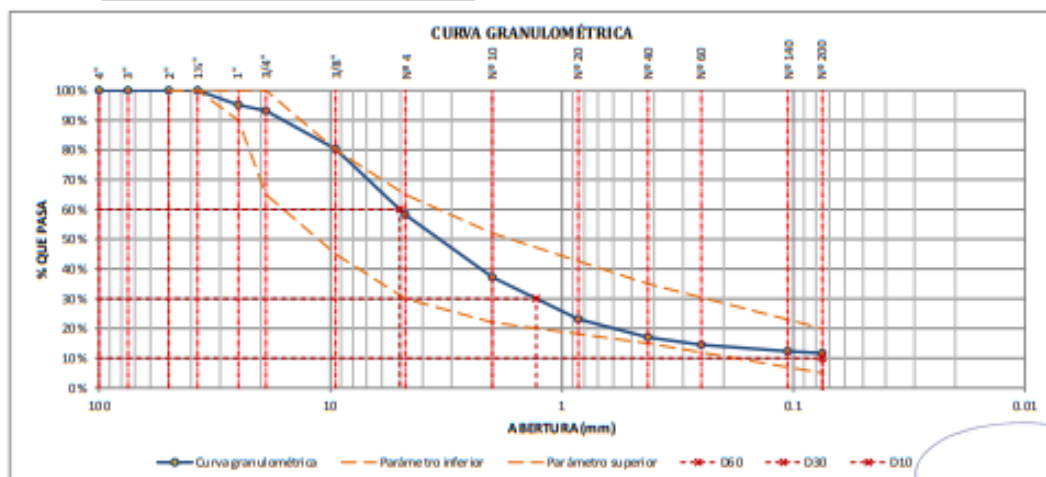
Total = 100.00%

Fracción Guesa

% de grava = 47.31%

% de arena = 52.69%

Total = 100.00%



Tamaño Máximo Absoluto = 1 1/2"

Tamaño Máximo Nominal = 3/4"

D60 = 5.02 mm

D30 = 1.29 mm

D10 = 0.075 mm

Cu = 66.98

Cc = 4.423

Laboratorio de
Suelos y Materiales
PROYECTOS A DISTANCIA S.C.R.L.
Sergio Ivan Llanos Vargas
Ingeniero Civil



LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES.

Barrio Profesional C-1, Telf: 084-254730, Cel. Movistar: 984-621489, Claro: 984-727700

PRO&CON S.C.R.L.

Proyecto: MUCILAGO DE GIGANTON Y ADITIVO POLICARBOXILATO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL MATERIAL DE BASE SENCCA, CUSCO-2021

Ubicación: CUSCO-CUSCO

Solicitante: JULIO CESAR BLANCO CCAMA//GILDA SANCHEZ SEGOVIA

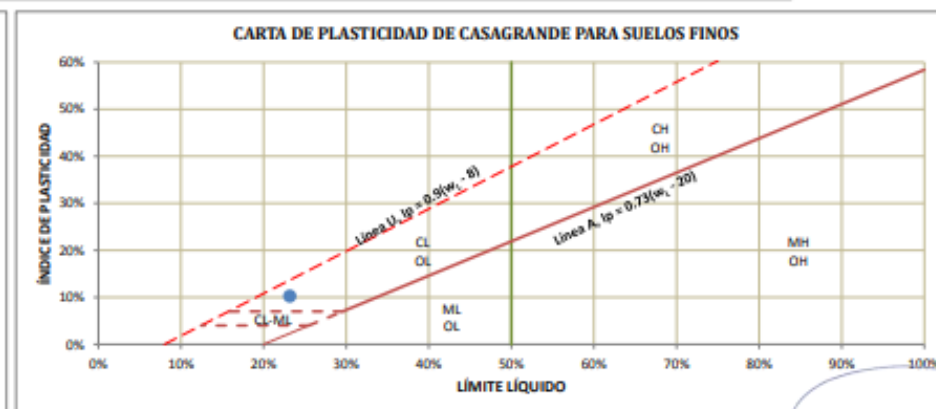
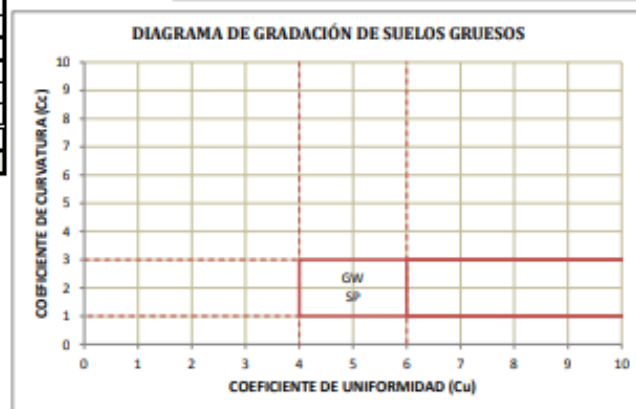
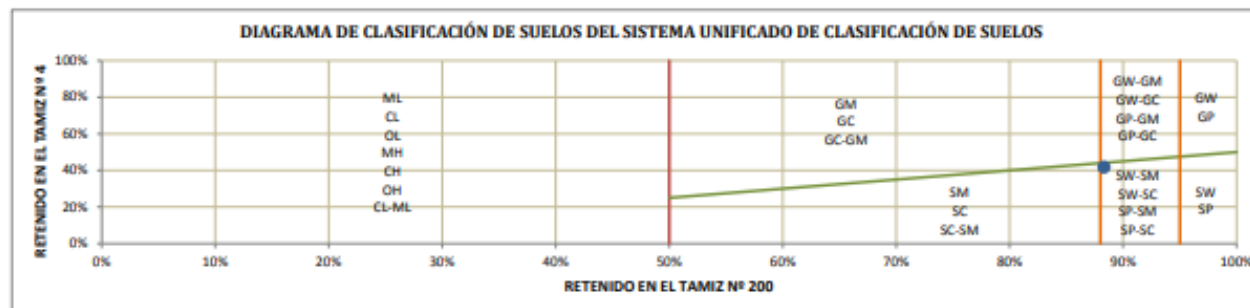
Muestra: PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

Fecha: jueves, 25 de marzo de 2021

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)

ASTM D-2487

DATOS PARA CLASIFICACIÓN	
De Granulometría	
% de Gruesos = 88.31%	
% de Finos = 11.69%	
Total = 100.00%	
% de Grava = 41.78%	
% de Arena = 46.53%	
Total = 88.31%	
Fracción Gruesa	
% de Grava = 47.31%	
% de Arena = 52.69%	
Total = 100.00%	
Coeficientes	
Cu = 66.98	
Cc = 4.423	
De Límites de Consistencia	
LL = 23.18%	
LP = 12.96%	
IP = 10.22%	
Otros Datos	
Tipo = Inorgánico	



SP - SC = Arena mal graduada con arcilla y gravosa

El Equipo Ideal de Compactación que recomienda la ASTM para este tipo de suelo es: Tractor tipo oruga, rodillo de neumáticos, rodillo de pata de cabra

LABORATORIO DE
SUELOS Y MATERIALES
PROYECTOS Y CONSULTAS TÉCNICAS S.C.R.L.
Sergio Ivan Liendo Vargas
Ingeniero Civil



- LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES.

- Barrio Profesional C-1, Telf: 084-254730, Cel. Movistar: 984-621489, Claro: 984-727700

PRO&CON S.C.R.L.

0

Proyecto: MUCILAGO DE GIGANTON Y ADITIVO POLICARBOXILATO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL MATERIAL DE BASE SENCCA, CUSCO-2021

Ubicación: CUSCO-CUSCO

Solicita: JULIO CESAR BLANCO CCAMA//GILDA SANCHEZ SEGOVIA

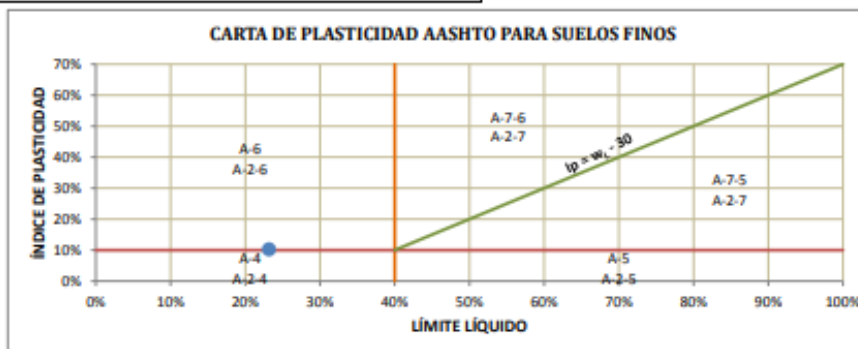
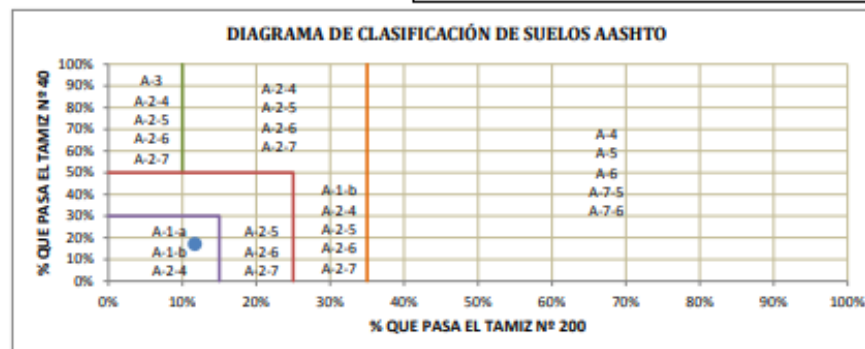
Muestra: PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

Fecha: jueves, 25 de marzo de 2021

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN AASHTO

AASHTO M-145

DATOS PARA CLASIFICACIÓN		
De Granulometría	De Límites de Consistencia	Otros Datos
% que pasa el tamiz N° 10 = 37.21%	LL = 23.18%	Tipo = Inorgánico
% que pasa el tamiz N° 40 = 17.01%	LP = 12.96%	
% que pasa el tamiz N° 200 = 11.69%	IP = 10.22%	



CÁLCULO DEL ÍNDICE DE GRUPO	
F = 11.69	F = Porcentaje de partículas sólidas que pasan el tamiz N° 200
w _L = 23.18	w _L = Límite líquido
IP = 10.22	IP = Índice de plasticidad

a = F - 35	a = -23.31	a = 0.00
b = F - 15	b = -3.31	b = 0.00
c = w _L - 40	c = -16.82	c = 0.00
d = IP - 10	d = 0.22	d = 0.22

$$IG = 0.2a + 0.005ac + 0.01bd$$

$$IG = 0$$

A-2-6 (0) = Materiales granulares con partículas finas arcillosas

El Equipo ideal de Compactación que recomienda la AASHTO para este tipo de suelo es: Rodillo Neumático, Liso y Pisón Impacto

Laboratorio de Suelos y Materiales
PROYECTOS Y CONSTRUCCIONES SUELOS Y C.A.
Sergio Ivan Llanos Vargas
Ingeniero Civil

**PRO&CON S.C.R.L.**

- LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES.

- Barrio Profesional C-1, Telf: 084-254730, Cel. Movistar: 984-621489, Claro: 984-727700

Proyecto: MUCILAGO DE GIGANTON Y ADITIVO POLICARBOXILATO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL MATERIAL DE BASE

Ubicación: CUSCO-CUSCO

Solicitante: JULIO CESAR BIANCO CCAMA/ GILDA SANCHEZ SEGOVIA

Muestra: PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

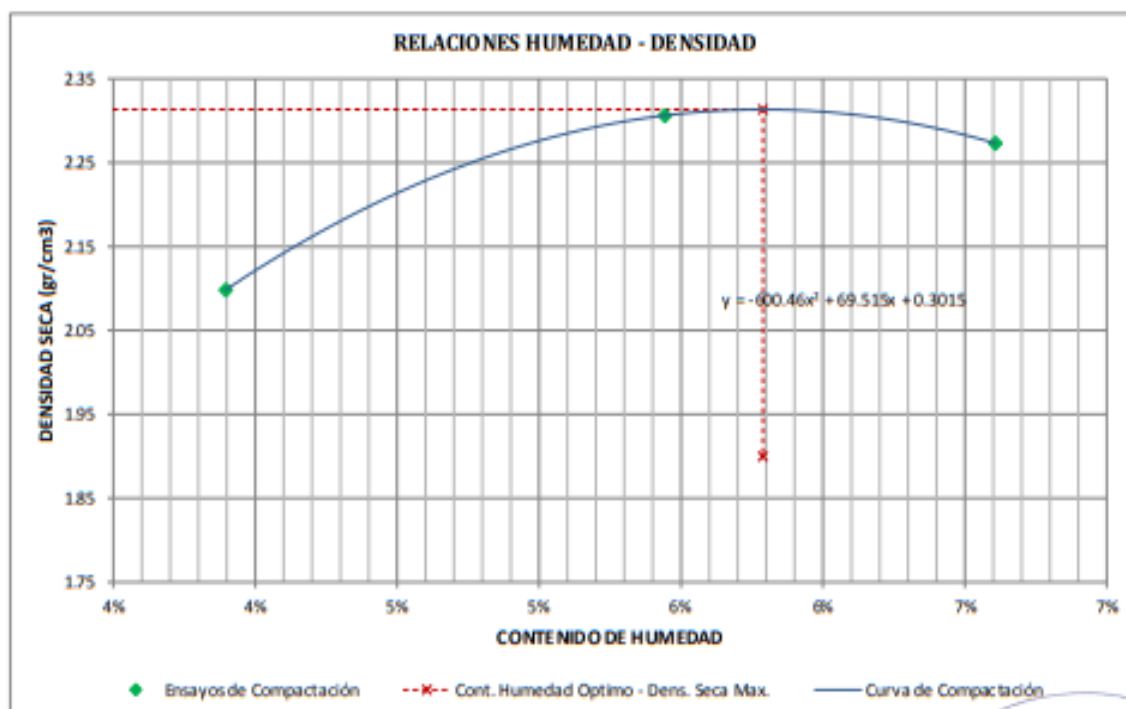
Fecha: jueves, 25 de marzo de 2021

COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO ENERGÍA MODIFICADA

MTC E 115, Basado en la Norma ASTM D-1557 y AASHTO T-180

DATOS PRELIMINARES
Método = B
Número de capas = 5
Número de golpes por capa = 25
Masa del pisón = 4.54 Kg
Altura de caída del pisón = 45.72 cm

DENSIDAD DE LA MUESTRA	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03		
Número de Proctor Utilizado	P-1	P-1	P-1		
Diámetro del Molde (cm)	10.16	10.16	10.16		
Altura del molde (cm)	11.64	11.64	11.64		
Volumen del Molde (cm ³)	943.96	943.96	943.96		
Peso del Molde (gr)	3,732.50	3,732.50	3,732.50		
Peso del Molde + Muestra Húmeda (gr)	5,790.50	6,028.00	6,020.00		
Peso de la Muestra Húmeda (gr)	2058.00	2295.50	2287.50		
Peso de la Muestra Seca (gr)	1980.82	2177.00	2145.72		
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.10	2.31	2.27		
CONTENIDO DE HUMEDAD	Medio	Medio	Medio		
Peso de Capsula (gr)	15.72	16.35	19.28		
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	105.05	125.22	120.60		
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	101.70	119.60	114.32		
Peso del Agua (gr)	3.35	5.62	6.28		
Peso de la Muestra Seca (gr)	85.98	103.25	95.04		
Contenido de Humedad	3.90%	5.44%	6.61%		



DENSIDAD SECA MÁXIMA = 2.31 gr/cm³
CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO = 5.79%



PROCON S.C.R.L.

LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES.

Buena Profección al C-1, Teléfono: 084-25 4730, Cel. Movistar: 984-62 1481, Claro: 984-72 7700

Proyecto: MUCLAGO DE GIGANTON Y ADITIVO POLICARBONATO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL MATERIAL DE BASE SENCCA-CUSCO-2021
Ubicación: CUSCO-CUSCO
Solicitante: JULIO CESAR BLANCO OCAMA/GILDA SANCHEZ SEGOVIA
Muestra: PROPO RONDADO POR EL SOLIDTANTE
Fecha: Jueves, 25 de marzo de 2021

RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

MTC E 13.2, Basado en la Norma ASTM D-1583 y AASHTO T-193
DISEÑO: D-1.0% MUCLAGO DE GIGANTON 0% SUPERPLASTIFICANTE SR-1000

DATOS DEL PROCTOR MODIFICADO			DATOS DE LA ENERGÍA DE COMPACTACIÓN			DATOS DEL MOLDE		
Densidad Seca Máxima = 2.31 cm3			Peso del Martillo = 4.54 Kg			Diámetro del Molde = 15.24 cm		
Contenido Humedad Óptimo = 5.79%			Altura de Caída del Martillo = 45.72 cm			Altura del Molde = 17.78 cm		
Contenido Humedad Natural = 34.82%			Número de Capas = 5			Altura del Disco Espadador = 6.34 cm		
						Altura de la Muestra = 11.64 cm		
DATOS DEL EQUIPO DE PENETRACIÓN						Área = 182.41 cm2		
Constante del Anillo de Carga = +1.50E+01	+3.3E+00	*X	+0.00E+00	*X ²	+0.0E+00	*X ³	Volumen = 21.23.92 cm3	
Área del Pistón = 19.35 cm2								

ENSAYO DE COMPACTACIÓN									
Muestra	MUESTRA 01			MUESTRA 02			MUESTRA 03		
Número de Golpes por Capa	55			26			12		
Condición de la Muestra	Cont. Hum.	Óptimo	Saturada	Cont. Hum.	Óptimo	Saturada	Cont. Hum.	Óptimo	Saturada
Ubicación del Contenido de Humedad	Medio		Arriba	Medio		Arriba	Medio		Arriba
Peso de Capasula (gr)	18.53	19.16	15.74	19.68	15.07	19.11	19.11	19.11	19.11
Peso de Capasula + Muestra Húmeda (gr)	68.01	103.50	99.79	85.94	102.23	115.49	115.49	115.49	115.49
Peso de Capasula + Muestra Seca (gr)	65.32	97.84	95.34	81.60	97.58	109.11	109.11	109.11	109.11
Peso del Agua (gr)	2.69	5.66	4.45	4.34	4.65	6.38	6.38	6.38	6.38
Peso de la Muestra Seca (gr)	46.79	78.68	79.60	61.92	82.51	90.00	90.00	90.00	90.00
Contenido de Humedad	5.79%	7.19%	5.59%	7.01%	5.64%	7.09%	7.09%	7.09%	7.09%
Porcentaje de Absorción	-	1.44%	-	1.42%	-	1.45%	1.45%	1.45%	1.45%
Peso del Molde (gr)	7192			6861			7410.5		
Peso del Molde + Muestra Húmeda (gr)	12288.5	12313	11702	11767	12072	12151.5	12151.5	12151.5	12151.5
Peso de la Muestra Húmeda (gr)	5096.5	5121	4841	4906	4860.5	4741	4741	4741	4741
Peso de la Muestra Seca (gr)	4819.43		4584.69		4412.81		4412.81		4412.81
Peso del Agua Absorbida (gr)	-	24.5	-	65	-	79.5	79.5	79.5	79.5
Porcentaje de Absorción	-	0.51%	-	1.42%	-	1.80%	1.80%	1.80%	1.80%
Densidad Húmeda (gr/cm3)	2.40	2.41	2.28	2.31	2.19	2.23	2.23	2.23	2.23
Densidad Seca (gr/cm3)	2.27	2.27	2.16	2.16	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08

ENSAYO DE EXPANSIÓN													
Muestra		MUESTRA 01				MUESTRA 02				MUESTRA 03			
Tiempo Transcurrido		Dial		Defl. mm		Dial		Defl. mm		Dial		Defl. mm	
Días	H:M:M	"0.001"	golg	mm	% de Expans.	"0.001"	golg	mm	% de Expans.	"0.001"	golg	mm	% de Expans.
0	0 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
0.0625	1 hor 30 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
0.125	3 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
0.25	6 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
0.5	12 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
1	24 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
2	48 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
4	96 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%



ENSAYO DE PENETRACIÓN													
Muestra		MUESTRA 01				MUESTRA 02				MUESTRA 03			
Carga Unitaria		Dial		Penetración		Dial		Penetración		Dial		Penetración	
Patrón (kg/cm2)		"0.001"	mm	kg	kg/cm2	"0.001"	mm	kg	kg/cm2	"0.001"	mm	kg	kg/cm2
0		0	0.000	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00
25		28	106.52	5.50		28	106.52	5.50		8	41.15	2.13	
50		73	253.58	13.10		58	204.56	10.57		19	77.10	3.98	
75		112	381.04	19.69		80	276.46	14.28		39	142.47	7.36	
100		155	521.57	26.95	38.33%	109	371.23	19.18	27.28%	69	240.51	12.43	17.67%
125		163	547.71	28.30		130	439.86	22.73		108	367.96	19.01	
150		191	639.22	33.03		153	515.03	26.61		127	430.06	22.22	
200		290	962.76	49.74	47.17%	230	765.67	39.61	37.56%	186	622.88	32.18	30.52%
300		417	1377.81	71.19		313	1037.92	53.63		230	765.67	39.61	
400		619	2037.96	105.29		510	1681.74	86.89		353	1168.65	60.38	
500		809	2658.90	137.38		625	2057.57	106.31		421	1390.88	71.86	



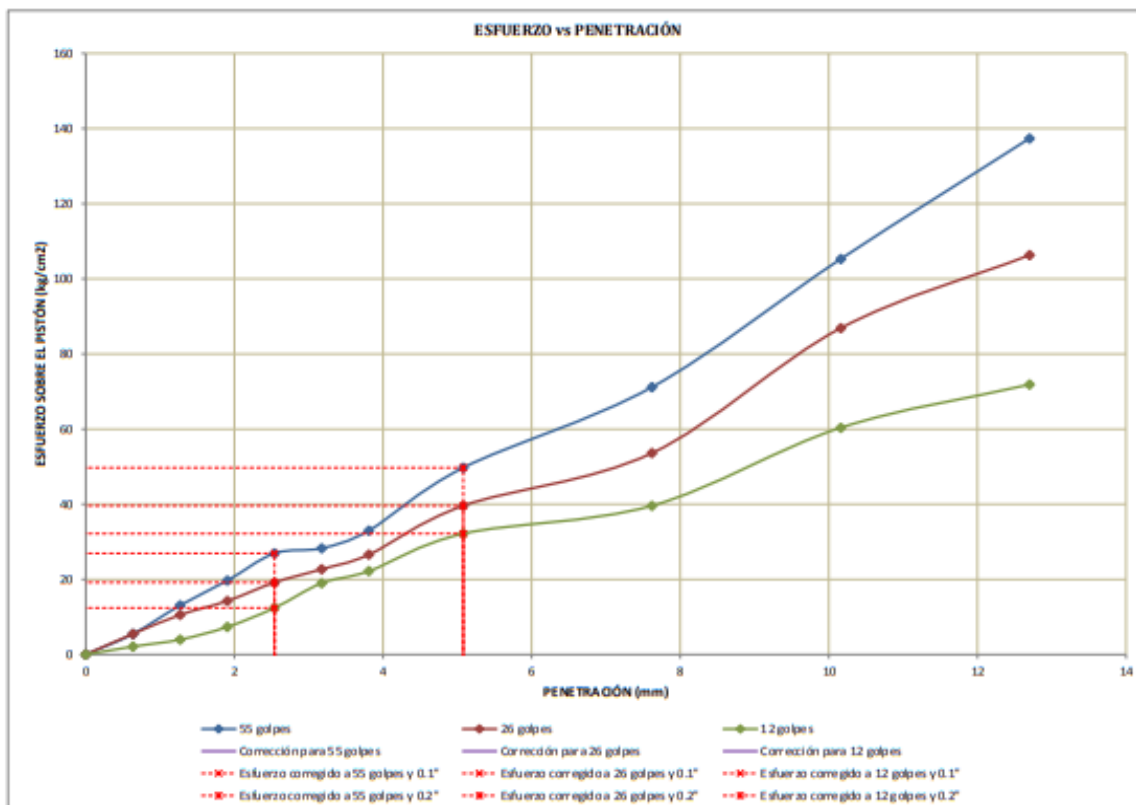
PRO&CON S.C.R.L.

LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES.
Barrio Profesional C-1, Telf: 084-254730 Cel. Movistar: 984-621489, Claro: 984-727700

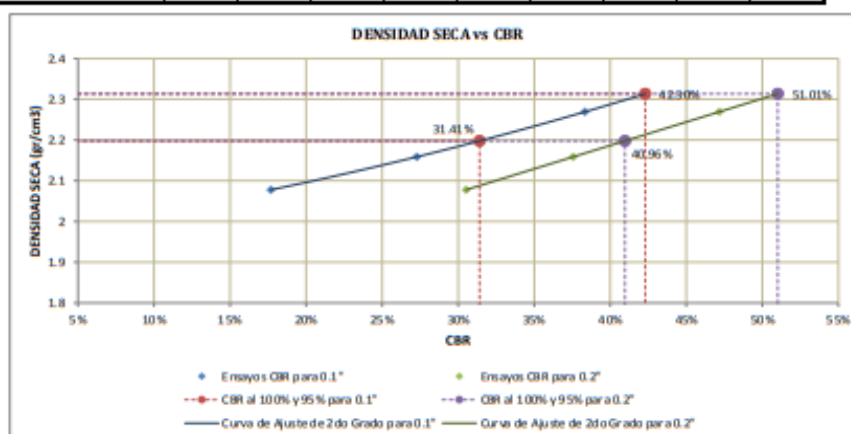
Proyecto: MUCILAGO DE GIGANTON Y ADITIVO POLICARBOKILATO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL MATERIAL DE BASE SENCCA, CUSCO-2021
Ubicación: CUSCO-CUSCO
Solicitante: JULIO CESAR BLANCO CCAMA/GILDA SANCHEZ SEGOVIA
Muestra: PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE
Fecha: jueves, 25 de marzo de 2021

RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

MTC E 132, Basado en la Norma ASTM D-1883 y AASHTO T-193



CORRECCIONES				MUESTRA 01				MUESTRA 02				MUESTRA 03			
Carga Unitaria Patrón				Penetr.	Esfuer.	CBR		Penetr.	Esfuer.	CBR		Penetr.	Esfuer.	CBR	
				mm	kg/cm²	%		mm	kg/cm²	%		mm	kg/cm²	%	
70.31				2.540	26.95	38.33%		2.540	19.18	27.28%		2.540	12.43	17.67%	
105.46				5.080	49.74	47.17%		5.080	39.61	37.56%		5.080	32.18	30.52%	



Número de Golpes	CBR		Densidad Seca
	0.1"	0.2"	
55	38.33%	47.17%	2.27 gr/cm³
26	27.28%	37.56%	2.16 gr/cm³
12	17.67%	30.52%	2.08 gr/cm³

Densidad Seca Máxima (gr/cm³)	2.31
95% de la DSM (gr/cm³)	2.20

	0.1"	0.2"
CBR al 100% de la DSM	42.30%	51.01%
CBR al 95% de la DSM	31.41%	40.96%



PRO&CON S.C.R.L.

LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES.

Barrio Profesional C-1, Tel: 084-254730, Cel. Movistar: 984-621489, Claro: 984-727700

Proyecto: MUCLAGO DE GIGANTON Y ADITIVO POLICARBONATO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL MATERIAL DE BASE SENCICA, CUSCO-2021
Ubicación: CUSCO-CUSCO
Solicitante: JULIO CESAR BLANCO CCAMA//GILDA SANCHEZ SEGOVIA
Muestra: PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE
Fecha: jueves, 25 de marzo de 2021

RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

MTCE 132, Basado en la Norma ASTM D-1883 y AASHTO T-193
DISEÑO: D-2.2% MUCLAGO DE GIGANTON 0% SUPERPLASTIFICANTE SR-1000

DATOS PRELIMINARES		
DATOS DEL PROCTOR MODIFICADO	DATOS DE LA ENERGÍA DE COMPACTACIÓN	DATOS DEL MOLDE
Densidad Seca Máxima = 2.31 cm ³ Contenido Humedad Óptimo = 5.79% Contenido Humedad Natural = 34.82%	Peso del Martillo = 4.54 Kg Altura de Gida del Martillo = 45.72 cm Número de Capas = 5	Diámetro del Molde = 15.24 cm Altura del Molde = 17.78 cm Altura del Disco Espaciador = 6.34 cm Altura de la Muestra = 11.64 cm
DATOS DEL EQUIPO DE PENETRACIÓN		
Constante del Anillo de Carga = +1.50E+01 +3.3E+00 *X +0.00E+00 *X ² +0.0E+00 *X ³ (KN)		Área = 182.41 cm ² Volumen = 2123.92 cm ³
Área del Pistón = 19.35 cm ²		

ENSAYO DE COMPACTACIÓN							
Muestra	MUESTRA 01			MUESTRA 02			MUESTRA 03
Número de Golpes por Capa	55			26			12
Condición de la Muestra	Cont. Hum. Óptimo	Saturada		Cont. Hum. Óptimo	Saturada		Cont. Hum. Óptimo Saturada
Ubicación del Contenido de Humedad	Medio	Arriba		Medio	Arriba		Medio Arriba
Peso de Capsula (gr)	14.23	16.35		16.51	14.44		17.52 19.34
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	78.26	98.71		97.05	95.32		90.89 92.67
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	74.92	93.38		92.90	90.18		86.87 87.80
Peso del Agua (gr)	3.34	5.33		4.15	5.14		4.02 4.87
Peso de la Muestra Seca (gr)	60.69	77.03		76.39	75.74		69.35 68.46
Contenido de Humedad	5.50%	6.92%		5.43%	6.79%		5.80% 7.11%
Porcentaje de Absorción	-	1.42%		-	1.35%		- 1.32%
Peso del Molde (gr)	7310.5			7289.5			7441
Peso del Molde + Muestra Húmeda (gr)	12425	12446.5		12092	12156.5		12066 12161
Peso de la Muestra Húmeda (gr)	5114.5	5136		4802.5	4867		4625 4720
Peso de la Muestra Seca (gr)	4847.71			4555.04			4371.59
Peso del Agua Absorbida (gr)	-	21.5		-	64.5		- 95
Porcentaje de Absorción	-	0.44%		-	1.42%		- 2.17%
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.41	2.42		2.26	2.29		2.18 2.22
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.28	2.28		2.14	2.14		2.06 2.06

ENSAYO DE EXPANSIÓN													
Muestra		MUESTRA 01				MUESTRA 02				MUESTRA 03			
Tiempo Transcurrido		Dial		Deform		Dial		Deform		Dial		Deform	
Días	HH:MM	*0.001"	milg	mm	% de Expans.	*0.001"	milg	mm	% de Expans.	*0.001"	milg	mm	% de Expans.
0	0 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
0.0625	1 hor 30 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
0.125	3 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
0.25	6 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
0.5	12 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
1	24 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
2	48 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
4	96 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%



ENSAYO DE PENETRACIÓN												
Muestra			MUESTRA 01				MUESTRA 02				MUESTRA 03	
Carga Unitaria Patrón (kg/cm ²)			Dial	Fuerza	Esfuer.	CBR	Dial	Fuerza	Esfuer.	CBR	Dial	Fuerza
			*0.001"	kg	kg/cm ²	%		kg	kg/cm ²	%		kg/cm ²
0			0	0.00	0.00		0	0.00	0.00		0	0.00
25			28	106.52	5.50		9	44.42	2.30		7	37.89
50			73	253.58	13.30		37	135.93	7.02		39	77.10
75			139	403.91	20.87		52	184.95	9.56		39	142.47
100			199	534.64	27.62	39.29%	101	345.09	17.83	25.36%	66	230.70
125			209	698.04	36.07		145	488.88	25.26		104	354.89
150			235	783.01	40.46		173	580.39	29.99		139	469.28
200			309	1024.85	52.95	50.21%	245	815.69	42.34	39.96%	198	662.09
300			504	1662.13	85.88		438	1446.44	74.73		275	933.24
400			702	2309.22	119.31		558	1838.61	95.00		336	1113.09
500			920	3021.66	156.12		670	2204.64	113.91		409	1351.66

**PRO&CON S.C.R.L.**

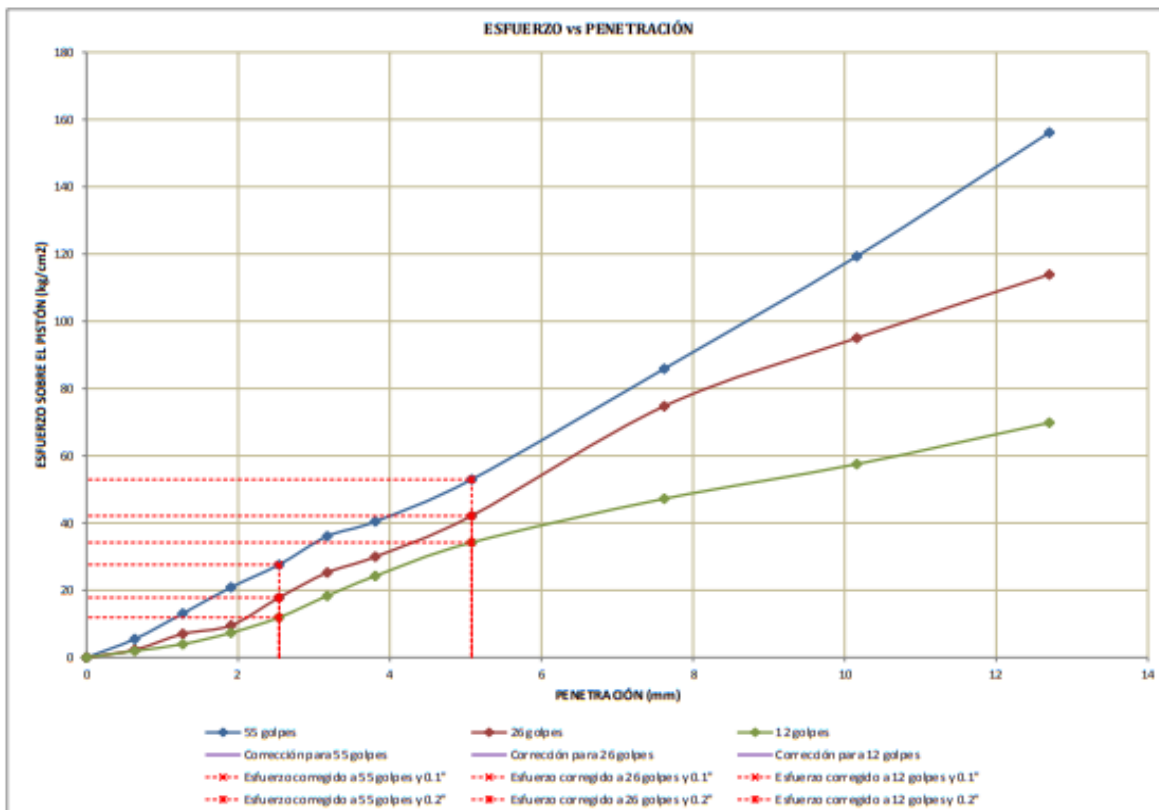
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES.

Barrio Profesional C-1, Telf: 084-254730, Cel. Movistar: 984-621489, Clam: 984-727700

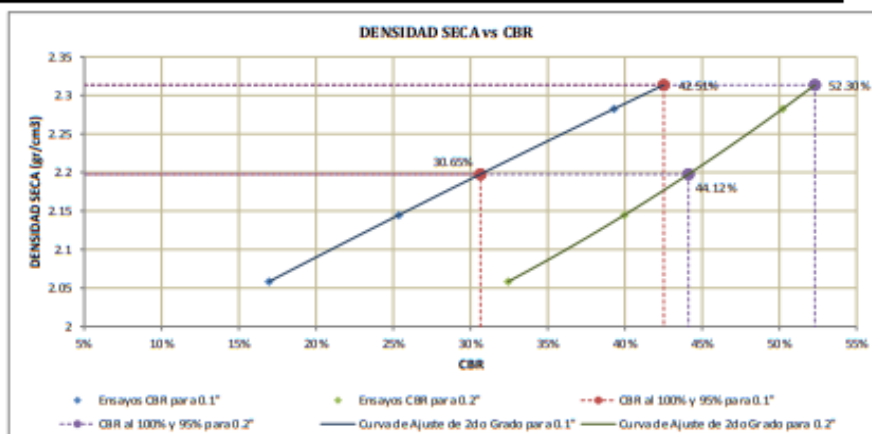
Proyecto: MUCLAGO DE GIGANTON Y ADITIVO POLICARBONATO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL MATERIAL DE BASE SENCOCU-2021
 Ubicación: CUSCO-CUSCO
 Solicita: JULIO CESAR BLANCO OCAMA//GILDA SANCHEZ SEGOMIA
 Muestra: PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE
 Fecha: jueves, 25 de marzo de 2021

RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

MTC E 132, Basado en la Norma ASTM D-1883 y AASHTO T-193



CORRECCIONES	MUESTRA 01			MUESTRA 02			MUESTRA 03		
Carga Unitaria Patrón	Penetr. Correg.	Esfuer. Correg.	CBR	Penetr. Correg.	Esfuer. Correg.	CBR	Penetr. Correg.	Esfuer. Correg.	CBR
kg/cm²	mm	kg/cm²	%	mm	kg/cm²	%	mm	kg/cm²	%
70.31	2.540	27.62	39.29%	2.540	17.83	25.36%	2.540	11.92	16.95%
105.46	5.080	52.95	50.21%	5.080	42.14	39.96%	5.080	34.21	32.44%



Número de Golpes	CBR		Densidad Seca
	0.1"	0.2"	
55	39.29%	50.21%	2.28 gr/cm³
26	25.36%	39.96%	2.14 gr/cm³
12	16.95%	32.44%	2.06 gr/cm³

Densidad Seca Máxima (gr/cm³)	2.31
95% de la DSM (gr/cm³)	2.20

CBR al 100% de la DSM	42.51%	52.30%
CBR al 95% de la DSM	30.65%	44.12%

**PRO&CON S.C.R.L.**

- LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES.

- Barrio Profesional C-1, Tel: 084-254730 Cel. Movistar: 984-621489, Claro: 984-727700

Proyecto: MUCILAGO DE GIGANTON Y ADITIVO POLICARBOKILATO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL MATERIAL DE BASE SENCOSUSCO-2021
 Ubicación: CUSCO-CUSCO
 Solicita: JULIO CESAR BLANCO CCAMA/GILDA SANCHEZ SEGOVIA
 Muestra: PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE
 Fecha: jueves, 25 de marzo de 2021

RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

MTC E 132, Basado en la Norma ASTM D-1557 y AASHTO T-193
 DISEÑO: D-3 0.5% MUCILAGO DE GIGANTON 0% SUPERPLASTIFICANTE SR-1000

DATOS PRELIMINARES		
DATOS DEL PROCTOR MODIFICADO	DATOS DE LA ENERGÍA DE COMPACTACIÓN	DATOS DEL MOLDE
Densidad Seca Máxima = 2.31 cm3	Peso del Martillo = 4.54 Kg	Diámetro del Molde = 15.24 cm
Contenido Humedad Óptimo = 5.79%	Altura de Caída del Martillo = 45.72 cm	Altura del Molde = 17.78 cm
Contenido Humedad Natural = 34.82%	Número de Capas = 5	Altura del Disco Espaciador = 6.34 cm
		Altura de la Muestra = 11.64 cm
		Área = 182.41 cm2
		Volumen = 2123.92 cm3
DATOS DEL EQUIPO DE PENETRACIÓN		
Constante del Arillo de Carga = $+1.50E+01$ $+3.3E+00$ *X	$+0.0E+00$ *X ²	$+0.0E+00$ *X ³ (KN)
Área del Pistón = 19.35 cm2		

ENSAYO DE COMPACTACIÓN							
Muestra	MUESTRA 01		MUESTRA 02		MUESTRA 03		
Número de Golpes por Capa	55		26		12		
Condición de la Muestra	Cont. Hum. Óptimo	Saturada	Cont. Hum. Óptimo	Saturada	Cont. Hum. Óptimo	Saturada	
Ubicación del Contenido de Humedad	Medio	Arriba	Medio	Arriba	Medio	Arriba	
Peso de Capsula (gr)	16.45	16.49	10.27	11.06	15.06	20.04	
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	82.70	98.46	82.72	86.36	93.90	96.34	
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	78.97	93.35	78.69	81.93	89.62	91.88	
Peso del Agua (gr)	3.73	5.11	4.03	4.43	4.28	4.46	
Peso de la Muestra Seca (gr)	62.52	76.86	68.42	70.27	74.56	71.84	
Contenido de Humedad	5.97%	6.65%	5.89%	6.30%	5.74%	6.21%	
Porcentaje de Absorción	-	0.68%	-	0.41%	-	0.47%	
Peso del Molde (gr)	7544.5		7151		7296		
Peso del Molde + Muestra Húmeda (gr)	12581		12205.5		11898		11980.5
Peso de la Muestra Húmeda (gr)	5036.5		4854.5		4592		4684.5
Peso de la Muestra Seca (gr)	4752.94		4584.47		4342.71		
Peso del Agua Absorbida (gr)	-		-		-		92.5
Porcentaje de Absorción	-		-		-		2.13%
Densidad húmeda (gr/cm3)	2.37		2.29		2.16		2.21
Densidad Seca (gr/cm3)	2.24		2.16		2.04		2.04

ENSAYO DE EXPANSIÓN													
Muestra		MUESTRA 01				MUESTRA 02				MUESTRA 03			
Tiempo Transcurrido		Dial	Deform		% de	Dial	Deform		% de	Dial	Deform		% de
Días	HH/MM	*0.001"	gulg	mm	Expans.	*0.001"	gulg	mm	Expans.	*0.001"	gulg	mm	Expans.
0	0 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
0.0625	1 hor 30 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
0.125	3 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
0.25	6 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
0.5	12 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
1	24 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
2	48 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
4	96 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%



ENSAYO DE PENETRACIÓN														
Muestra			MUESTRA 01				MUESTRA 02				MUESTRA 03			
Carga Unitaria	Dial	Penetración	Dial	Fuerza	Esfuer.	CBR	Dial	Fuerza	Esfuer.	CBR	Dial	Fuerza	Esfuer.	CBR
Patrón (kg/cm2)	*0.001"	mm		kg	kg/cm2	%		kg	kg/cm2	%		kg	kg/cm2	%
70.31	0	0.000	0	0.00	0.00		0	0.00	0.00		0	0.00	0.00	
	25	0.635	47	168.63	8.71		31	136.32	6.08		5	31.35	1.62	
	50	1.270	89	305.87	15.80		64	224.17	11.58		19	77.30	3.98	
	75	1.905	130	439.86	22.73		89	305.87	15.80		45	162.07	8.37	
	100	2.540	173	580.39	29.99	42.65%	145	488.88	25.26	35.93%	85	292.80	15.13	21.52%
	125	3.175	238	727.46	37.99		167	560.78	28.97		135	456.20	23.57	
105.46	150	3.810	299	861.45	44.51		195	652.29	33.70		168	564.05	29.34	
	200	5.080	327	1081.68	55.99	51.09%	296	982.37	50.76	48.13%	237	789.55	40.79	38.68%
	300	7.620	533	1756.91	90.77		468	1544.48	79.80		294	975.83	50.42	
	400	10.160	778	2557.59	132.14		653	2149.08	111.04		366	1211.13	62.58	
	500	12.700	1033	3390.96	175.20		790	2996.81	134.17		426	1407.22	72.71	



PRO&CON S.C.R.L.

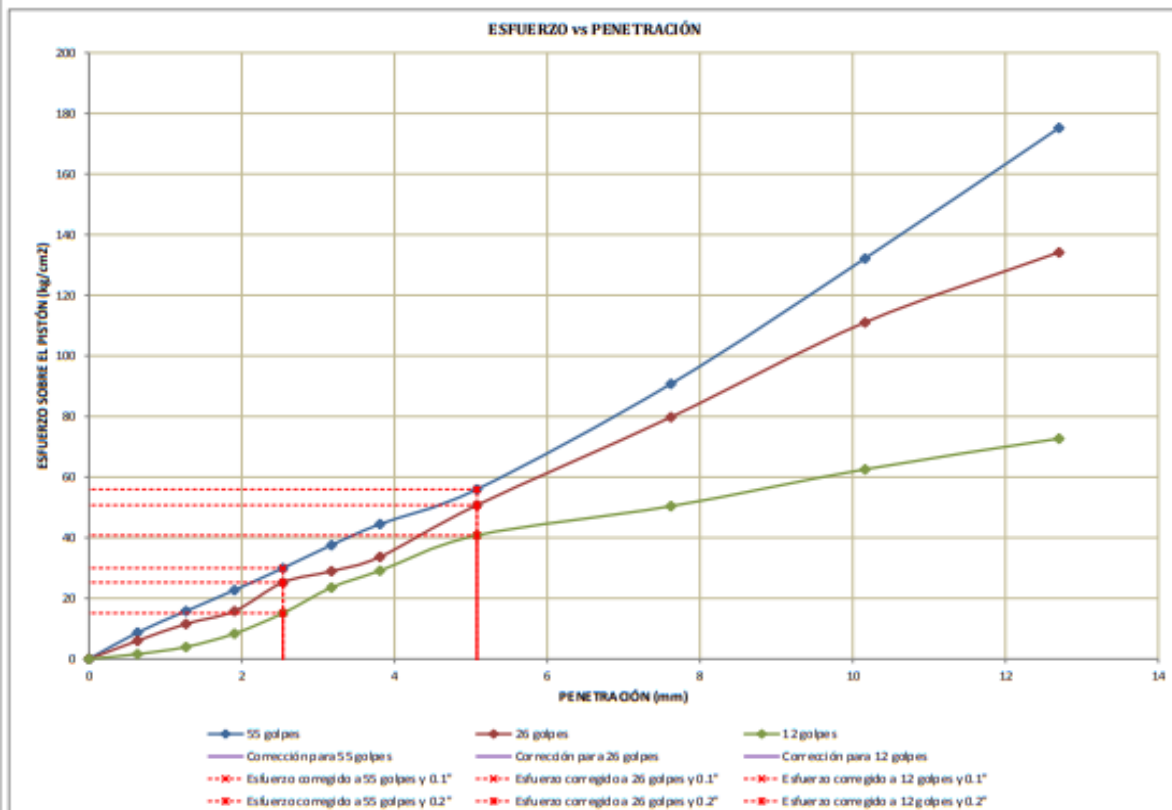
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES.

Barrio Profesional C-1, Telf: 084-254730 Cel. Movistar: 984-621489, Claro: 984-727700

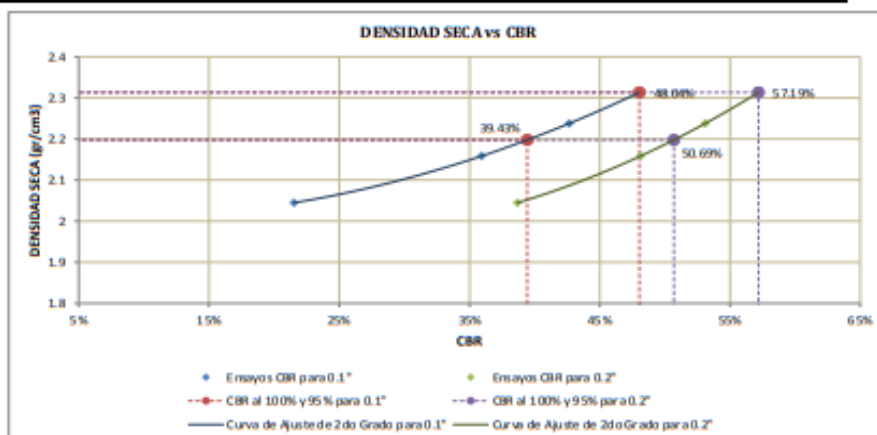
Proyecto: MUCILAGO DE GIGANTON Y ADITIVO POLICARBOKILATO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL MATERIAL DE BASE SENCQA, CUSCO-2021
Ubicación: CUSCO-CUSCO
Solicitante: JULIO CESAR BLANCO CCAMA/GILDA SANCHEZ SEGOVIA
Muestra: PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE
Fecha: jueves, 25 de marzo de 2021

RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

MTC E 1.32, Basado en la Norma ASTM D-1883 y AASHTO T-193



CORRECCIONES	MUESTRA 01				MUESTRA 02				MUESTRA 03			
	Penetr. Correg.	Esfuer. Correg.	CBR		Penetr. Correg.	Esfuer. Correg.	CBR		Penetr. Correg.	Esfuer. Correg.	CBR	
Carga Unitaria Patrón	mm	kg/cm²	%		mm	kg/cm²	%		mm	kg/cm²	%	
70.31	2.540	29.99	42.69%		2.540	25.26	35.93%		2.540	15.13	21.52%	
105.46	5.080	55.99	53.09%		5.080	50.76	48.13%		5.080	40.79	38.68%	



Número de Golpes	CBR		Densidad Seca
	0.1"	0.2"	
55	42.69%	53.09%	2.24 gr/cm³
26	35.93%	48.13%	2.16 gr/cm³
12	21.52%	38.68%	2.04 gr/cm³

Densidad Seca Máxima (gr/cm³)	2.31
95% de la DSM (gr/cm³)	2.20

	0.1"	0.2"
CBR al 100% de la DSM	48.04%	57.19%
CBR al 95% de la DSM	39.43%	50.69%

**PRO&CON S.C.R.L.**

- LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES.

- Barrio Profesional C-1, Tel: 084-254730, Cel. Movistar: 984-621489, Cllao: 984-727700

Proyecto: MUCLAGO DE GIGANTON Y ADITIVO POLICARBOXILATO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL MATERIAL DE BASE SENCCA, CUSCO-2021

Ubicación: CUSCO-CUSCO

Solicitante: JULIO CESAR BLANCO COMA//GILDA SANCHEZ SEGOWA

Muestra: PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

Fecha: jueves, 25 de marzo de 2021

RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

MTC E 132, Basado en la Norma ASTM D-1883 y AASHTO T-193

DISEÑO: D-4.0% MUCLAGO DE GIGANTON 2% SUPERPLASTIFICANTE SR-1000

DATOS PRELIMINARES		
DATOS DEL PROCTOR MODIFICADO	DATOS DE LA ENERGÍA DE COMPACTACIÓN	DATOS DEL MOLDE
Densidad Seca Máxima = 2.31 cm ³	Peso del Martillo = 4.54 Kg	Diámetro del Molde = 15.24 cm
Contenido Humedad Óptimo = 5.79%	Altura de Caída del Martillo = 45.72 cm	Altura del Molde = 17.78 cm
Contenido Humedad Natural = 34.82%	Número de Capas = 5	Altura del Disco Espaciador = 6.34 cm
DATOS DEL EQUIPO DE PENETRACIÓN		
Constante del Anillo de Carga = +1.50E+01 +3.3E+00 *X	+0.00E+00 *X ²	+0.0E+00 *X ² (0N)
Área del Pistón = 19.35 cm ²		Área = 182.41 cm ²
		Volumen = 2123.92 cm ³

ENSAYO DE COMPACTACIÓN						
Muestra	MUESTRA 01		MUESTRA 02		MUESTRA 03	
Número de Golpes por Capa	55		26		12	
Condición de la Muestra	Cont. Hum. Óptimo	Saturada	Cont. Hum. Óptimo	Saturada	Cont. Hum. Óptimo	Saturada
Ubicación del Contenido de Humedad	Medio	Arriba	Medio	Arriba	Medio	Arriba
Peso de Capsula (gr)	14.95	19.21	20.04	13.88	19.28	13.87
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	82.70	109.36	92.07	108.08	77.60	111.61
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	78.97	98.19	88.16	100.71	74.46	104.82
Peso del Agua (gr)	3.73	4.97	3.91	7.37	3.14	6.79
Peso de la Muestra Seca (gr)	64.02	78.98	68.12	86.83	55.18	90.95
Contenido de Humedad	5.83%	6.29%	5.74%	8.49%	5.69%	7.47%
Porcentaje de Absorción	-	0.47%	-	2.75%	-	1.78%
Peso del Molde (gr)	7137.5		7867.5		7251.5	
Peso del Molde + Muestra Húmeda (gr)	12376	12412	12736.5	12807.5	11875.5	12011
Peso de la Muestra Húmeda (gr)	5038.5	5074.5	4869	4940	4624	4759.5
Peso de la Muestra Seca (gr)	4761.10		4604.70		4375.04	
Peso del Agua Absorbida (gr)	-	36	-	71	-	135.5
Porcentaje de Absorción	-	0.76%	-	1.54%	-	3.10%
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.17	2.19	2.29	2.33	2.18	2.24
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.24	2.24	2.17	2.17	2.06	2.06

ENSAYO DE EXPANSIÓN													
Muestra		MUESTRA 01				MUESTRA 02				MUESTRA 03			
Tiempo Transcurrido		Dial		Deform		Dial		Deform		Dial		Deform	
Días	HH-MM	"0.001"	mm	% de Expans.	% de Expans.	"0.001"	mm	% de Expans.	% de Expans.	"0.001"	mm	% de Expans.	% de Expans.
0	0 hor 00 min	0	0	0.00%	0.00%	0	0	0.00%	0.00%	0	0	0.00%	0.00%
0.0625	1 hor 30 min	0	0	0.00%	0.00%	0	0	0.00%	0.00%	0	0	0.00%	0.00%
0.125	3 hor 00 min	0	0	0.00%	0.00%	0	0	0.00%	0.00%	0	0	0.00%	0.00%
0.25	6 hor 00 min	0	0	0.00%	0.00%	0	0	0.00%	0.00%	0	0	0.00%	0.00%
0.5	12 hor 00 min	0	0	0.00%	0.00%	0	0	0.00%	0.00%	0	0	0.00%	0.00%
1	24 hor 00 min	0	0	0.00%	0.00%	0	0	0.00%	0.00%	0	0	0.00%	0.00%
2	48 hor 00 min	0	0	0.00%	0.00%	0	0	0.00%	0.00%	0	0	0.00%	0.00%
4	96 hor 00 min	0	0	0.00%	0.00%	0	0	0.00%	0.00%	0	0	0.00%	0.00%



ENSAYO DE PENETRACIÓN													
Muestra		MUESTRA 01				MUESTRA 02				MUESTRA 03			
Carga Unitaria		Dial		Penetración		Dial		Fuerza		Dial		Fuerza	
Patrón (kg/cm ²)		"0.001"	mm	kg	kg/cm ²	"0.001"	mm	kg	kg/cm ²	"0.001"	mm	kg	kg/cm ²
0	0.000	0	0.000	0.00	0.00	0	0.000	0.00	0.00	0	0.000	0.00	0.00
25	0.635	26	99.98	5.17		23	90.18	4.66		5	31.35	1.62	
50	1.270	77	266.65	13.78		60	211.10	10.91		19	77.10	3.98	
75	1.905	133	449.67	23.23		94	322.21	16.65		45	162.07	8.37	
100	2.540	184	616.34	31.84	45.29%	138	466.01	24.08	34.29%	76	263.39	13.61	19.36%
125	3.175	228	760.14	39.27		177	593.46	30.66		135	456.20	23.57	
150	3.810	269	894.13	46.20		214	714.38	36.91		168	564.05	29.14	
200	5.080	335	1109.82	57.34	54.37%	292	969.29	50.08	47.49%	237	789.55	40.79	38.68%
300	7.620	446	1472.58	76.08		403	1332.05	68.82		294	975.83	50.42	
400	10.160	553	1822.27	94.15		513	1691.54	87.40		366	1211.33	62.58	
500	12.700	664	2185.03	112.89		626	2040.84	106.48		426	1407.22	72.71	



LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES.

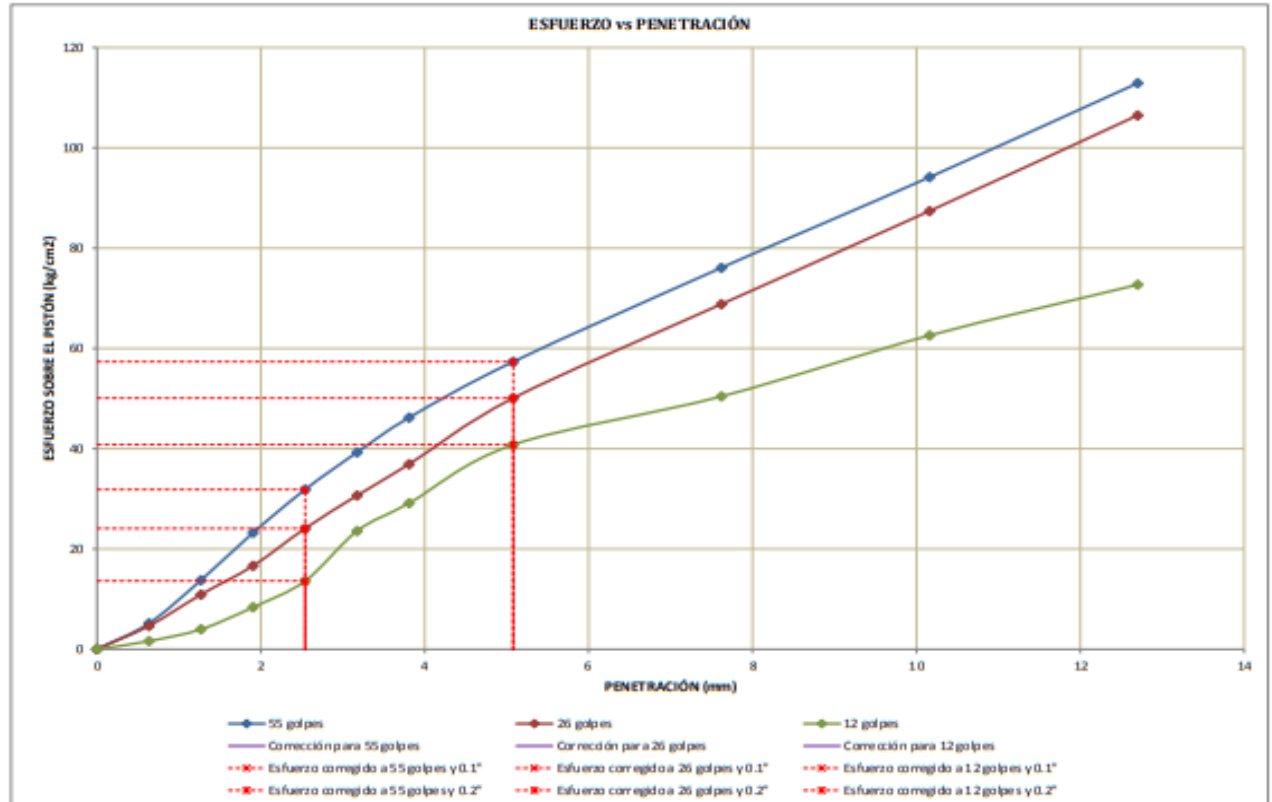
- Barrio Profesional C-1, Telf: 084-254730, Cel. Movistar: 984-621489, Claro: 984-727700

PRO&CON S.C.R.L.

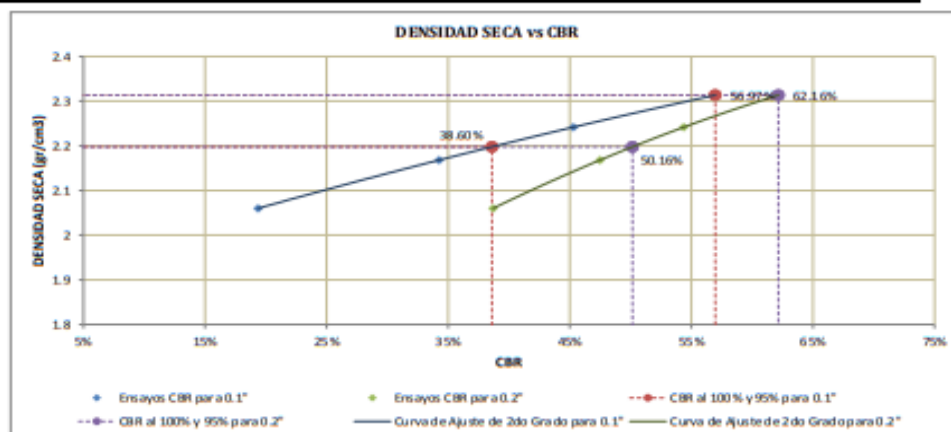
Proyecto: MUCLAGO DE GIGANTON Y ADITIVO POLICARBOXILATO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL MATERIAL DE BASE SENCCA, CUSCO-2021
Ubicación: CUSCO-CUSCO
Solicitante: JULIO CESAR BLANCO COMMA/GILDA SANCHEZ SEGOVIA
Muestra: PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE
Fecha: jueves, 25 de marzo de 2021

RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

MTCE 132, Basado en la Norma ASTM D-1883 y AASHTO T-193



CORRECCIONES	MUESTRA 01			MUESTRA 02			MUESTRA 03		
Carga Unitaria Patrón	Penetr. Correg.	Esfuer. Correg.	CBR Correg.	Penetr. Correg.	Esfuer. Correg.	CBR Correg.	Penetr. Correg.	Esfuer. Correg.	CBR Correg.
kg/cm ²	mm	kg/cm ²	%	mm	kg/cm ²	%	mm	kg/cm ²	%
70.31	2.540	31.84	45.29%	2.540	24.08	34.25%	2.540	13.61	19.34%
105.46	5.080	57.34	54.37%	5.080	50.08	47.49%	5.080	40.79	38.68%



Número de Golpes	CBR		Densidad Seca
	0.1"	0.2"	
55	45.29%	54.37%	2.24 gr/cm ³
26	34.25%	47.49%	2.17 gr/cm ³
12	19.34%	38.68%	2.06 gr/cm ³

Densidad Seca Máxima (gr/cm ³)	2.31
95% de la DSM (gr/cm ³)	2.20

	0.1"	0.2"
CBR al 100% de la DSM	56.97%	62.16%
CBR al 95% de la DSM	38.60%	50.16%

**PRO&CON S.C.R.L.**

- LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES.

- Barrio Profesional C-1, Tel: 084-254730, Cel. Movistar: 984-621489, Claro: 984-727700

Proyecto: MUCILAGO DE GIGANTON Y AGITIVO POLICARBOKILATO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL MATERIAL DE BASE SENCCLA/CUSCO-2021
 Ubicación: CUSCO-CUSCO
 Solicita: JULIO CESAR BLANCO CCAMMA/GILDA SANCHEZ SEGOVIA
 Muestra: PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE
 Fecha: jueves, 25 de marzo de 2021

RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

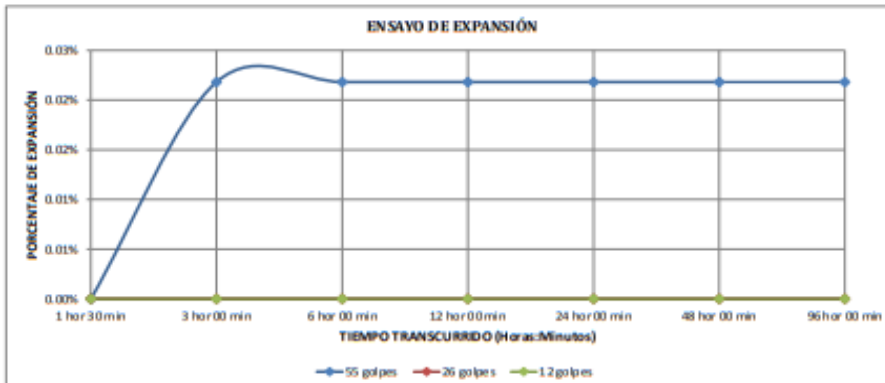
MTC E 132, Basado en la Norma ASTM D-1883 y AASHTO T-193

DISEÑO: D-5 2% MUCILAGO DE GIGANTON 2% SUPERPLASTIFICANTE SR-1000

DATOS PRELIMINARES		
DATOS DEL PROCTOR MODIFICADO	DATOS DE LA ENERGÍA DE COMPACTACIÓN	DATOS DEL MOLDE
Densidad Seca Máxima = 2.31 cm ³	Peso del Martillo = 4.54 Kg	Dímetro del Molde = 15.24 cm
Contenido Humedad Óptimo = 5.79%	Altura de Caída del Martillo = 45.72 cm	Altura del Molde = 17.78 cm
Contenido Humedad Natural = 34.82%	Número de Capas = 5	Altura del Disco Espaciador = 6.34 cm
		Altura de la Muestra = 11.64 cm
DATOS DEL EQUIPO DE PENETRACIÓN		
Constante del Anillo de Carga = +1.50E+01	+3.3E+00 *X	+0.00E+00 *X ¹
Área del Pistón = 19.35 cm ²		+0.0E+00 *X ¹ (KN)
		Área = 182.41 cm ²
		Volumen = 2123.92 cm ³

ENSAYO DE COMPACTACIÓN							
Muestra	MUESTRA 01		MUESTRA 02		MUESTRA 03		
Número de Golpes por Capa	55		26		12		
Condición de la Muestra	Cont. Hum. Óptimo	Saturada	Cont. Hum. Óptimo	Saturada	Cont. Hum. Óptimo	Saturada	
Ubicación del Contenido de Humedad	Medio	Arriba	Medio	Arriba	Medio	Arriba	
Peso de Capsula (gr)	18.40	16.52	11.65	15.06	19.29	16.37	
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	95.13	101.06	95.71	101.78	113.00	100.14	
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	90.97	95.52	91.39	95.18	108.40	94.56	
Peso del Agua (gr)	4.16	5.54	4.32	6.60	4.60	5.58	
Peso de la Muestra Seca (gr)	72.57	79.00	79.74	80.12	89.11	78.19	
Contenido de Humedad	5.73%	7.01%	5.42%	8.24%	5.16%	7.14%	
Porcentaje de Absorción	-	1.28%	-	2.82%	-	1.97%	
Peso del Molde (gr)	6880		7363.5		7313.5		
Peso del Molde + Muestra Húmeda (gr)	11910	11966.5	12053	12189	11961	12139.5	
Peso de la Muestra Húmeda (gr)	5030	5086.5	4689.5	4825.5	4647.5	4826	
Peso de la Muestra Seca (gr)	4757.29		4448.50		4419.37		
Peso del Agua Absorbida (gr)	-	56.5	-	136	-	178.5	
Porcentaje de Absorción	-	1.19%	-	3.06%	-	4.04%	
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.37	2.39	2.21	2.27	2.19	2.27	
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.24	2.24	2.09	2.09	2.08	2.08	

ENSAYO DE EXPANSIÓN												
Muestra		MUESTRA 01			MUESTRA 02			MUESTRA 03				
Tiempo Transcurrido		Dial	Deform	% de	Dial	Deform	% de	Dial	Deform	% de		
Días	HH:MM	*0.001"	gulg	mm	*0.001"	gulg	mm	*0.001"	gulg	mm		
0	0 hor 00 min	0	0	0.000	0	0	0.000	0	0	0.000		
0.0625	1 hor 30 min	0	0	0.000	0	0	0.000	0	0	0.000		
0.125	3 hor 00 min	1	0.001	0.025	0	0	0.000	0	0	0.000		
0.25	6 hor 00 min	1	0.001	0.025	0	0	0.000	0	0	0.000		
0.5	12 hor 00 min	1	0.001	0.025	0	0	0.000	0	0	0.000		
1	24 hor 00 min	1	0.001	0.025	0	0	0.000	0	0	0.000		
2	48 hor 00 min	1	0.001	0.025	0	0	0.000	0	0	0.000		
4	96 hor 00 min	1	0.001	0.025	0	0	0.000	0	0	0.000		



ENSAYO DE PENETRACIÓN												
Muestra		MUESTRA 01			MUESTRA 02			MUESTRA 03				
Carga Unitaria		Dial	Penetración	Fuerza	Esfuer.	CBR			Dial	Fuerza	Esfuer.	CBR
Patrón (kg/cm ²)		*0.001"	mm	kg	kg/cm ²	%				kg	kg/cm ²	%
0		0.000	0	0.00	0.00		0		0	0.00	0.00	
25		0.635	25	96.71	5.00		9		5	31.35	1.62	
50		1.270	50	178.41	9.22		28		14	60.76	3.14	
75		1.905	72	250.31	12.93		59		42	152.27	7.87	
100		2.540	108	367.96	19.05	27.04%	89		72	250.31	12.93	18.39%
125		3.175	139	469.28	24.25		114		97	332.02	17.15	
150		3.810	178	596.73	30.83		139		117	397.38	20.53	
105.46		5.080	250	832.03	42.99	40.76%	188		159	534.64	27.62	26.19%
300		7.620	385	1273.23	65.78		287		194	649.02	33.53	
400		10.160	503	1658.86	85.71		357		239	796.09	41.33	
500		12.700	608	2002.05	103.44		400		279	926.81	47.89	



PRO&CON S.C.R.L.

- LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

- Barrio Profesional C-1, Telf: 084-254730, Cel. Movistar: 984-621489, Claro: 984-727700

Proyecto: MUCILAGO DE GIGANTON Y ADITIVO POLICARBONATO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL MATERIAL DE BASE SENCACUSCO-2021

Ubicación: CUSCO-CUSCO

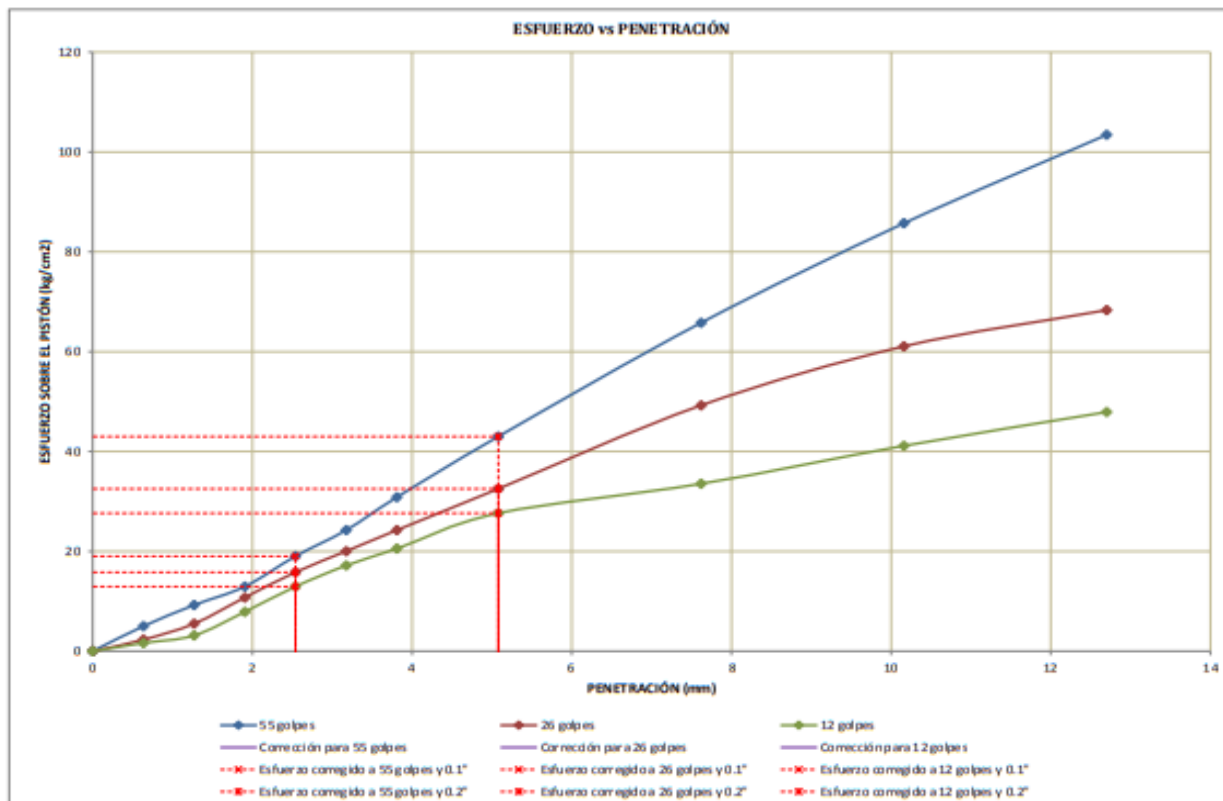
Solicitante: JULIO CESAR BLANCO CCAMA/GILDA SANCHEZ SEGOVIA

Muestra: PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

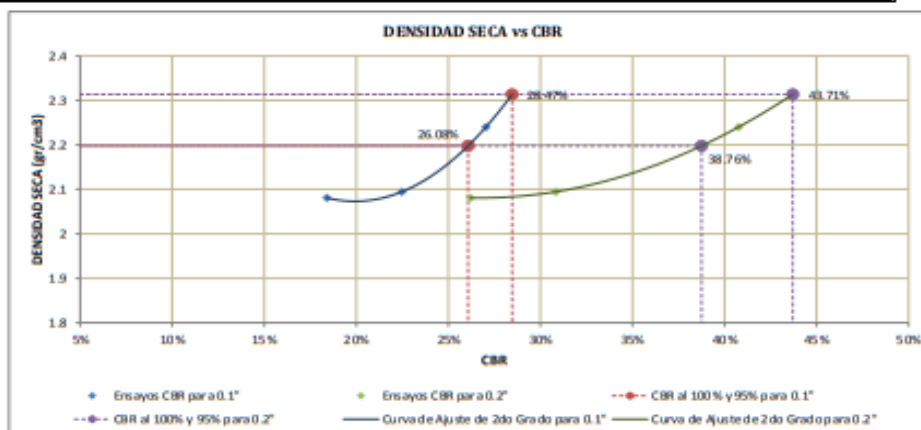
Fecha: jueves, 25 de marzo de 2021

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

MTC E 132, Basado en la Norma ASTM D-1883 y AASHTO T-193



CORRECCIONES				MUESTRA 01				MUESTRA 02				MUESTRA 03			
Carga Unitaria Patrón	Penetr. Correg.	Esfuer. Correg.	CBR Correg.	Penetr. Correg.	Esfuer. Correg.	CBR Correg.		Penetr. Correg.	Esfuer. Correg.	CBR Correg.		Penetr. Correg.	Esfuer. Correg.	CBR Correg.	
kg/cm²	mm	kg/cm²	%	mm	kg/cm²	%		mm	kg/cm²	%		mm	kg/cm²	%	
70.35	2.540	19.01	27.04%	2.540	15.80	22.48%		2.540	12.93	18.39%		2.540	12.93	18.39%	
105.46	5.080	42.99	40.76%	5.080	32.52	30.84%		5.080	27.62	26.19%		5.080	27.62	26.19%	



Número de Golpes	CBR		Densidad Seca
	0.1"	0.2"	
55	27.04%	40.76%	2.24 gr/cm³
26	22.48%	30.84%	2.09 gr/cm³
12	18.39%	26.19%	2.08 gr/cm³

Densidad Seca Máxima (gr/cm³)	2.31
95% de la DSM (gr/cm³)	2.20

CBR al 100% de la DSM	28.47%	43.71%
CBR al 95% de la DSM	26.08%	38.76%

**PRO&CON S.C.R.L.**

- LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES.

- Barrio Profesional C-1, Telf: 084-254730 Cel. Movistar: 984-621489, Claro: 984-727700

Proyecto: MUCILAGO DE GIGANTON Y ADITIVO POLICARBONATO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL MATERIAL DE BASE SENCCA-CUSCO-2021
 Ubicación: CUSCO-CUSCO
 Solicita: JULIO CESAR BLANCO CCAMA/GILDA SANCHEZ SEGOWIA
 Muestra: PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE
 Fecha: jueves, 25 de marzo de 2021

RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

MTC E 132, Basado en la Norma ASTM D-1583 y AASHTO T-193

DISEÑO: D-6 0.5% MUCILAGO DE GIGANTON 2% SUPERPLASTIFICANTE SR-1000

DATOS PRELIMINARES		
DATOS DEL PROCTOR MODIFICADO	DATOS DE LA ENERGÍA DE COMPACTACIÓN	DATOS DEL MOLDE
Densidad Seca Máxima = 2.31 cm3	Peso del Martillo = 4.54 Kg	Diámetro del Molde = 15.24 cm
Contenido Humedad Óptimo = 5.79%	Altura de Caída del Martillo = 45.72 cm	Altura del Molde = 17.78 cm
Contenido Humedad Natural = 34.82%	Número de Capas = 5	Altura del Disco Espaciador = 6.34 cm
		Altura de la Muestra = 11.64 cm
		Área = 182.41 cm2
		Volumen = 2121.92 cm3

ENSAYO DE COMPACTACIÓN						
Muestra	MUESTRA 01		MUESTRA 02		MUESTRA 03	
Número de Golpes por Capa	55		26		12	
Condición de la Muestra	Cont. Hum. Óptimo	Saturada	Cont. Hum. Óptimo	Saturada	Cont. Hum. Óptimo	Saturada
Ubicación del Contenido de Humedad	Medio	Arriba	Medio	Arriba	Medio	Arriba
Peso de Capsula (gr)	16.49	36.36	19.29	39.17	16.54	36.45
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	98.51	87.05	95.85	113.73	99.50	89.57
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	94.59	83.06	91.97	107.66	95.44	83.99
Peso del Agua (gr)	3.92	3.99	3.88	6.05	4.06	5.98
Peso de la Muestra Seca (gr)	78.10	66.70	72.68	88.49	78.90	73.34
Contenido de Humedad	5.02%	5.98%	5.34%	6.84%	5.15%	8.18%
Porcentaje de Absorción	-	0.96%	-	1.50%	-	3.03%
Peso del Molde (gr)	7328.5		7258		7355.5	
Peso del Molde + Muestra Húmeda (gr)	12365.5		12027		11822	
Peso de la Muestra Húmeda (gr)	5037		4769		4466.5	
Peso de la Muestra Seca (gr)	4796.27		4527.31		4247.91	
Peso del Agua Absorbida (gr)	-		-		-	
Porcentaje de Absorción	-		-		-	
Densidad Húmeda (gr/cm3)	2.37		2.25		2.10	
Densidad Seca (gr/cm3)	2.26		2.13		2.00	

ENSAYO DE EXPANSIÓN												
Muestra		MUESTRA 01			MUESTRA 02			MUESTRA 03				
Tiempo Transcurrido		Dial	Deform	% de	Dial	Deform	% de	Dial	Deform	% de		
Días	HH:MM	*0.001"	milg	mm	*0.001"	milg	mm	*0.001"	milg	mm		
0	0 hor 00 min	0	0	0.00%	0	0	0.00%	0	0	0.00%		
0.0625	1 hor 30 min	0	0	0.00%	0	0	0.00%	0	0	0.00%		
0.125	3 hor 00 min	0	0	0.00%	0	0	0.00%	0	0	0.00%		
0.25	6 hor 00 min	0	0	0.00%	0	0	0.00%	0	0	0.00%		
0.5	12 hor 00 min	0	0	0.00%	0	0	0.00%	0	0	0.00%		
1	24 hor 00 min	0	0	0.00%	0	0	0.00%	0	0	0.00%		
2	48 hor 00 min	0	0	0.00%	0	0	0.00%	0	0	0.00%		
4	96 hor 00 min	0	0	0.00%	0	0	0.00%	0	0	0.00%		



ENSAYO DE PENETRACIÓN													
Muestra		MUESTRA 01				MUESTRA 02				MUESTRA 03			
Carga Unitaria Patrón (kg/cm2)		Dial	Penetración	Fuerza	Esfuer.	CBR	Dial	Fuerza	Esfuer.	CBR	Dial	Fuerza	Esfuer.
		*0.001"	mm	kg	kg/cm2	%			kg	kg/cm2	%		
0		0	0.000	0	0.00	0.00	0		0.00	0.00	0	0.00	0.00
25		0.635	18	71.84	3.81		18		71.84	3.81	7	37.89	1.96
50		1.270	45	162.07	8.37		38		189.20	7.19	15	64.03	3.31
75		1.905	74	296.85	13.27		57		201.29	10.40	28	106.52	5.50
100		2.540	130	439.86	22.73	32.32%	88		302.60	15.63	52	184.95	9.56
125		3.175	173	580.39	29.99		124		420.25	21.71	65	227.44	11.75
150		3.810	210	701.31	36.23		138		466.01	24.08	73	253.58	13.30
175		4.445	279	926.81	47.89	45.41%	190		635.95	32.86	110	374.50	19.35
200		5.080	403	1312.05	68.82		236		786.28	40.62	139	469.28	24.25
250		6.350	495	1612.72	84.36		324		1073.87	55.48	168	564.05	29.34
300		7.620	579	1907.24	98.54		394		1302.64	67.30	193	645.75	33.36



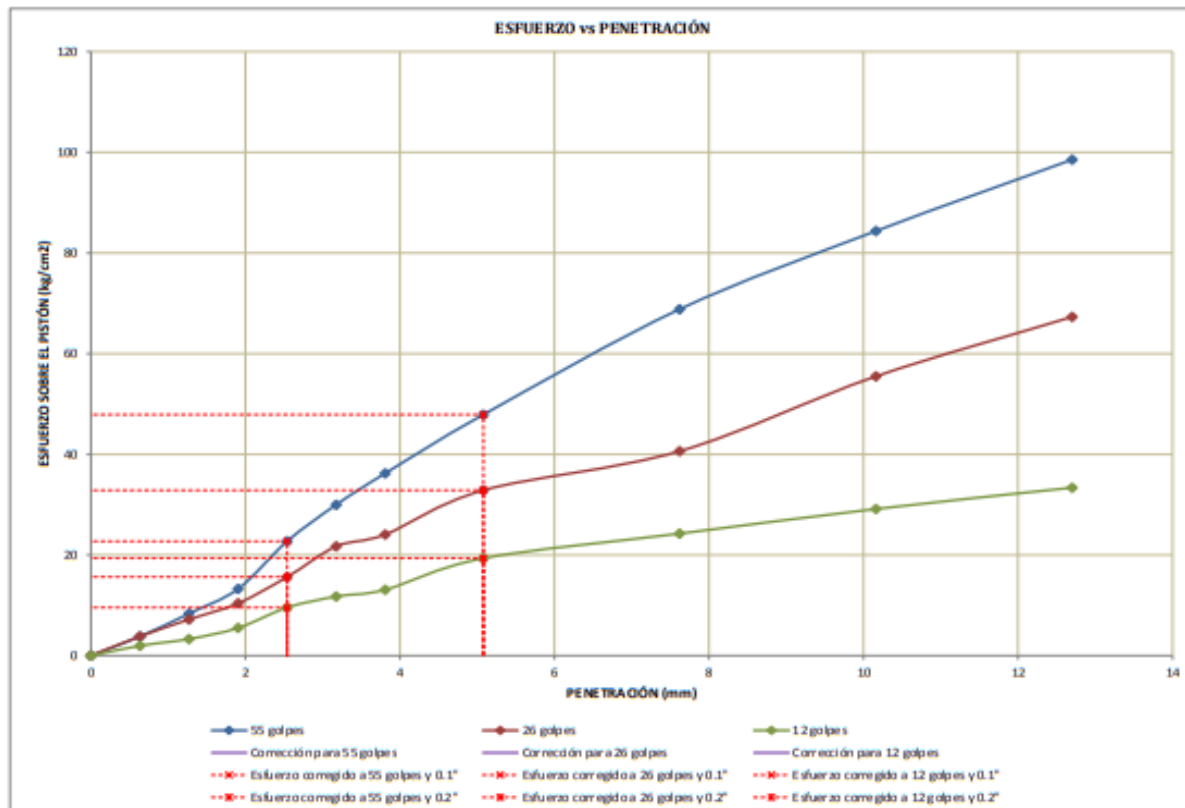
PRO&CON S.C.R.L.

LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES.
Barrio Profesional C-1, Telf: 084-254730 Cel. Movistar: 984-621489, Claro: 984-727700

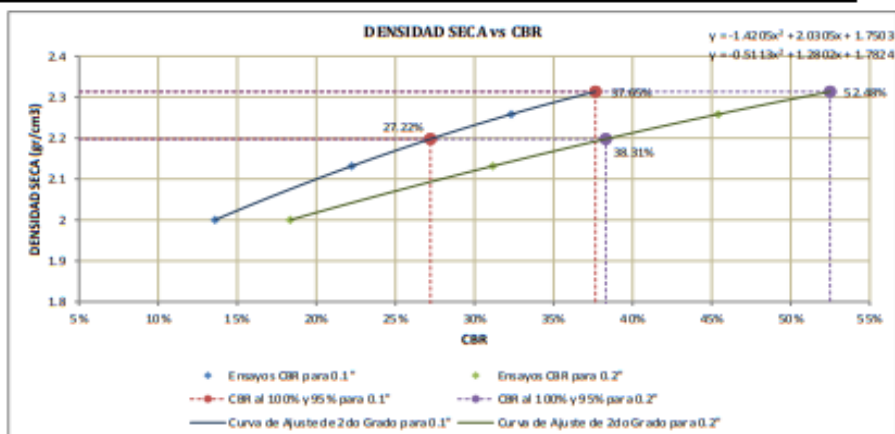
Proyecto: MUCILAGO DE GIGANTON Y ADITIVO POLICARBOKILATO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL MATERIAL DE BASE SENCCA, CUSCO-2021
Ubicación: CUSCO-CUSCO
Solicitante: JULIO CESAR BLANCO CCAMA/GILDA SANCHEZ SEGOVIA
Muestra: PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE
Fecha: jueves, 25 de marzo de 2021

RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

MTC E 132, Basado en la Norma ASTM D-1883 y AASHTO T-193



CORRECCIONES	MUESTRA 01				MUESTRA 02				MUESTRA 03			
Carga Unitaria Patrón	Penetr. Correg.	Esfuer. Correg.	CBR		Penetr. Correg.	Esfuer. Correg.	CBR		Penetr. Correg.	Esfuer. Correg.	CBR	
kg/cm²	mm	kg/cm²	%		mm	kg/cm²	%		mm	kg/cm²	%	
70.31	2.540	22.73	32.32%		2.540	15.63	22.24%		2.540	9.56	13.59%	
105.46	5.080	47.89	45.41%		5.080	32.86	31.16%		5.080	19.35	18.35%	



Número de Golpes	CBR		Densidad Seca
	0.1"	0.2"	
55	32.32%	45.41%	2.26 gr/cm³
26	22.24%	31.16%	2.13 gr/cm³
12	13.59%	18.35%	2.00 gr/cm³

Densidad Seca Máxima (gr/cm³)	2.31
95% de la DSM (gr/cm³)	2.20

	0.1"	0.2"
CBR al 100% de la DSM	37.65%	52.48%
CBR al 95% de la DSM	27.22%	38.31%

**PRO&CON S.C.R.L.**

- LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES.

- Barrio Profesional C-1, Tel: 084-254730, Cel. Movistar: 984-621489, Claro: 984-727700

Proyecto: MUCILAGO DE GIGANTON Y ADITIVO POLICARBONATO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL MATERIAL DE BASE SENCACUSCO-2021
Ubicación: CUSCO-CUSCO
Solicitante: JULIO CESAR BLANCO CCAMA/GILDA SANCHEZ SEGOWIA
Muestra: PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE
Fecha: jueves, 25 de marzo de 2021

RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

MTC E 132, Basado en la Norma ASTM D-1883 y AASHTO T-193

DISEÑO: D-7.2% MUCILAGO DE GIGANTON 0.5% SUPERPLASTIFICANTE SR-1000

DATOS PRELIMINARES		
DATOS DEL PROCTOR MODIFICADO	DATOS DE LA ENERGÍA DE COMPACTACIÓN	DATOS DEL MOLDE
Densidad Seca Máxima = 2.31 cm3 Contenido Humedad Óptimo = 5.79% Contenido Humedad Natural = 34.82%	Peso del Martillo = 4.54 Kg Altura de Caída del Martillo = 45.72 cm Número de Capas = 5	Diámetro del Molde = 15.24 cm Altura del Molde = 17.78 cm Altura del Disco Espaciador = 6.34 cm Altura de la Muestra = 11.64 cm Área = 182.41 cm2 Volumen = 212.192 cm3
DATOS DEL EQUIPO DE PENETRACIÓN		
Constante del Anillo de Carga = +1.50E+01 +3.3E+00 *X Área del Pistón = 19.35 cm2	+0.0E+00 *X ² +0.0E+00 *X ³	(KN)

ENSAYO DE COMPACTACIÓN						
Muestra	MUESTRA 01		MUESTRA 02		MUESTRA 03	
Número de Golpes por Capa	55		26		12	
Condición de la Muestra	Cont. Hum. Óptimo	Saturada	Cont. Hum. Óptimo	Saturada	Cont. Hum. Óptimo	Saturada
Ubicación del Contenido de Humedad	Medio	Arriba	Medio	Arriba	Medio	Arriba
Peso de Capa (gr)	18.81	20.04	15.61	19.11	13.45	19.35
Peso de Capa + Muestra Húmeda (gr)	118.41	104.44	101.75	114.02	95.32	112.15
Peso de Capa + Muestra Seca (gr)	113.24	100.01	97.49	108.11	91.38	105.79
Peso del Agua (gr)	5.17	4.43	4.26	5.91	3.94	6.36
Peso de la Muestra Seca (gr)	94.43	79.97	81.88	89.00	77.93	86.44
Contenido de Humedad	5.47%	5.54%	5.20%	6.64%	5.06%	7.36%
Porcentaje de Absorción	-	0.06%	-	1.44%	-	2.30%
Peso del Molde (gr)	6967		7179.5		7280	
Peso del Molde + Muestra Húmeda (gr)	12044	12084.5	11999	12080.5	11822	11954
Peso de la Muestra Húmeda (gr)	5077	5117.5	4819.5	4901	4542	4674
Peso de la Muestra Seca (gr)	4813.46		4581.15		4323.42	
Peso del Agua Absorbida (gr)	-	40.5	-	81.5	-	132
Porcentaje de Absorción	-	0.84%	-	1.78%	-	3.05%
Densidad húmeda (gr/cm3)	2.19	2.41	2.27	2.31	2.14	2.20
Densidad Seca (gr/cm3)	2.27	2.27	2.16	2.16	2.04	2.04

ENSAYO DE EXPANSIÓN													
Muestra		MUESTRA 01				MUESTRA 02				MUESTRA 03			
Tiempo Transcurrido		Dial	Deform		% de	Dial	Deform		% de	Dial	Deform		% de
Días	HH-MM	*0.001"	gulg	mm	Expans.	*0.001"	gulg	mm	Expans.	*0.001"	gulg	mm	Expans.
0	0 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
0.0625	1 hor 30 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
0.125	3 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
0.25	6 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
0.5	12 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
1	24 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
2	48 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
4	96 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%



ENSAYO DE PENETRACIÓN														
Muestra			MUESTRA 01				MUESTRA 02				MUESTRA 03			
Carga Unitaria	Dial	Penetración	Dial	Fuerza	Esfuer.	CBR	Dial	Fuerza	Esfuer.	CBR	Dial	Fuerza	Esfuer.	CBR
Patón (kg/cm2)	*0.001"	mm		kg	kg/cm2	%		kg	kg/cm2	%		kg	kg/cm2	%
70.31	0	0.000	0	0.00	0.00		0	0.00	0.00		0	0.00	0.00	
	25	0.635	35	129.39	6.69		22	86.91	4.49		19	77.30	3.98	
	50	1.270	72	250.31	12.93		51	181.68	9.39		39	142.47	7.36	
	75	1.905	109	371.23	19.38		87	299.33	15.47		55	194.76	10.06	
	100	2.540	148	498.69	25.77	36.6%	117	397.38	20.53	29.20%	65	227.44	11.75	16.7%
	125	3.175	202	675.17	34.88		154	518.30	26.78		78	269.92	13.95	
105.46	150	3.810	253	841.84	43.50		179	600.00	31.00		88	302.60	15.63	
	200	5.080	321	1064.07	54.98	52.1%	233	776.48	40.12	38.04%	117	397.38	20.53	19.47%
	300	7.620	553	1822.27	94.35		305	998.71	51.60		142	479.08	24.75	
	400	10.160	743	2443.21	126.23		372	1210.74	63.99		182	609.80	31.51	
	500	12.700	908	2982.44	154.09		442	1459.51	75.41		219	730.72	37.75	

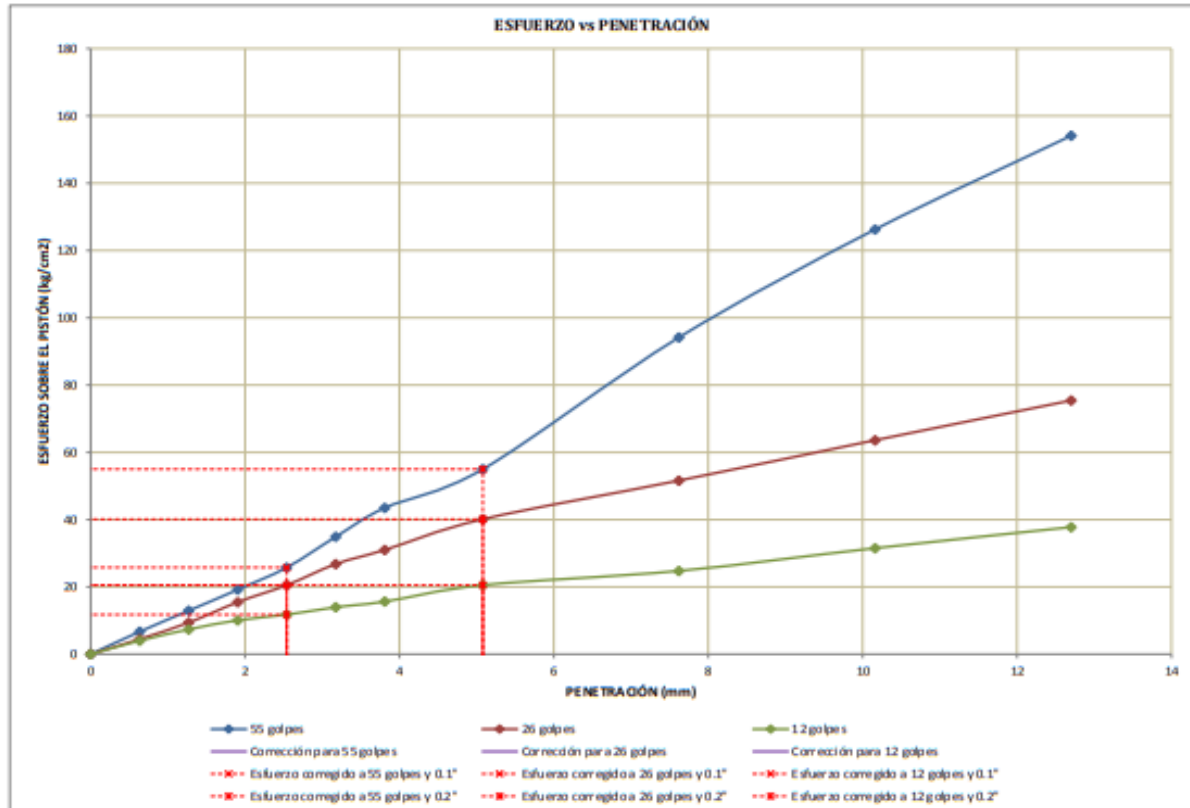


PRO&CON S.C.R.L.

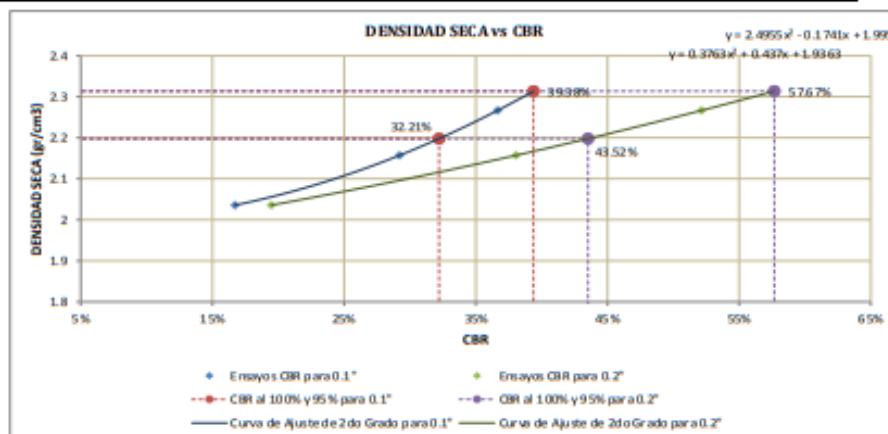
- LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES.
- Barrio Profesional C-1, Tel: 084-254730 Cel. Movistar: 984-621489, Claro: 984-727700

Proyecto: MUELLAGO DE GIGANTON Y ADITIVO POLICARBONATO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL MATERIAL DE BASE SENCOSUSCO-2021
Ubicación: CUSCO-CUSCO
Solicitante: JULIO CESAR BLANCO CCAMA/GILDA SANCHEZ SEGOVIA
Muestra: PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE
Fecha: jueves, 25 de marzo de 2021

RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) MTC E 132, Basado en la Norma ASTM D-1883 y AASHTO T-193



CORRECCIONES	MUESTRA 01				MUESTRA 02				MUESTRA 03			
Carga Unitaria Patrón	Penetr. Correg.	Esfuer. Correg.	CBR Correg.		Penetr. Correg.	Esfuer. Correg.	CBR Correg.		Penetr. Correg.	Esfuer. Correg.	CBR Correg.	
kg/cm²	mm	kg/cm²	%		mm	kg/cm²	%		mm	kg/cm²	%	
70.31	2.540	25.77	36.65%		2.540	20.53	29.20%		2.540	11.75	16.73%	
105.46	5.080	54.98	52.13%		5.080	40.12	38.04%		5.080	20.53	19.47%	



Número de Golpes	CBR		Densidad Seca
	0.1"	0.2"	
55	36.65%	52.13%	2.27 gr/cm³
26	29.20%	38.04%	2.16 gr/cm³
12	16.73%	19.47%	2.04 gr/cm³

Densidad Seca Máxima (gr/cm³)	2.31
95% de la DSM (gr/cm³)	2.20

	0.1"	0.2"
CBR al 100% de la DSM	39.38%	57.67%
CBR al 95% de la DSM	32.21%	43.52%



LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES.

- Barrio Profesional C-1, Telf: 084-254733 Cel. Movistar: 984-621489, Claro: 984-727700

PRO&CON S.C.R.L.

Proyecto: MUCILAGO DE GIGANTON Y ADITIVO POLICARBOKILATO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL MATERIAL DE BASE SENCOSUS CO-2021

Ubicación: CUSCO-CUSCO

Solicitante: JULIO CESAR BLANCO CCAMA/GILDA SANCHEZ SEGOVIA

Muestra: PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

Fecha: jueves, 25 de marzo de 2021

RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

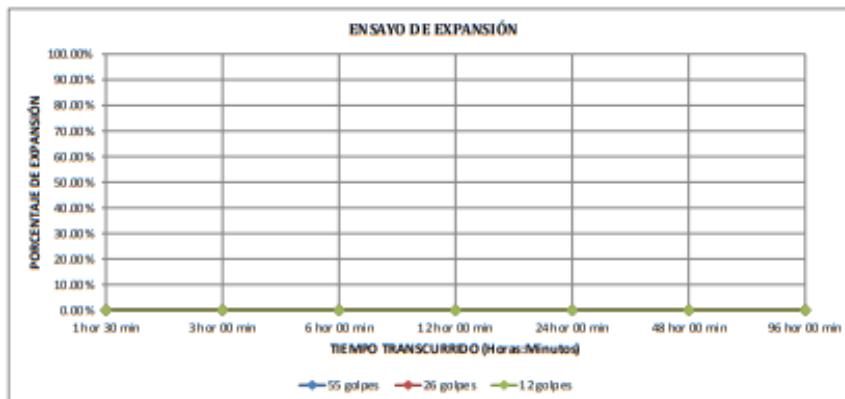
MTC E 132, Basado en la Norma ASTM D-1883 y AASHTO T-193

DISEÑO: D-8.0% MUCILAGO DE GIGANTON 0.5% SUPERPLASTIFICANTE SR-1000

DATOS DEL PROCTOR MODIFICADO			DATOS DE LA ENERGÍA DE COMPACTACIÓN			DATOS DEL MOLDE		
Densidad Seca Máxima = 2.31 cm3			Peso del Martillo = 4.54 Kg			Diámetro del Molde = 15.24 cm		
Contenido Humedad Óptimo = 5.79%			Altura de Caída del Martillo = 45.72 cm			Altura del Molde = 17.78 cm		
Contenido Humedad Natural = 34.82%			Número de Capas = 5			Altura del Disco Espaciador = 6.34 cm		
						Altura de la Muestra = 11.64 cm		
Constante del Arillo de Carga = +1.50E+01 +3.3E+00 *X			+0.00E+00 *X ²			Área = 182.41 cm2		
Área del Pistón = 39.35 cm2			+0.0E+00 *X ² (KN)			Volumen = 2123.92 cm3		

ENSAYO DE COMPACTACIÓN						
Muestra	MUESTRA 01		MUESTRA 02		MUESTRA 03	
Número de Golpes por Capa	55		26		12	
Condición de la Muestra	Cont. Hum. Óptimo	Saturada	Cont. Hum. Óptimo	Saturada	Cont. Hum. Óptimo	Saturada
Ubicación del Contenido de Humedad	Medio	Arriba	Medio	Arriba	Medio	Arriba
Peso de Capsula (gr)	18.81	18.29	15.16	19.18	18.49	16.36
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	122.09	85.36	79.06	108.45	305.07	104.64
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	136.99	81.69	75.78	109.05	300.78	99.29
Peso del Agua (gr)	5.50	3.67	3.28	5.40	4.29	5.35
Peso de la Muestra Seca (gr)	97.78	61.40	60.42	81.87	82.29	82.93
Contenido de Humedad	5.62%	5.79%	5.43%	6.44%	5.21%	6.45%
Porcentaje de Absorción	-	0.16%	-	1.01%	-	1.24%
Peso del Molde (gr)	7172.5		7373.9		7214	
Peso del Molde + Muestra Húmeda (gr)	12219	12232.5	12264	12317.5	12002.5	12078
Peso de la Muestra Húmeda (gr)	5046.5	5060	4890.1	4943.6	4788.5	4864
Peso de la Muestra Seca (gr)	4772.76		4638.30		4551.23	
Peso del Agua Absorbida (gr)	-	33.5	-	53.5	-	75.5
Porcentaje de Absorción	-	0.28%	-	1.19%	-	1.66%
Densidad húmeda (gr/cm3)	2.38	2.38	2.30	2.33	2.25	2.29
Densidad Seca (gr/cm3)	2.25	2.25	2.18	2.18	2.14	2.14

ENSAYO DE EXPANSIÓN													
Muestra		MUESTRA 01				MUESTRA 02				MUESTRA 03			
Tiempo Transcurrido		Dial	Deform		% de	Dial	Deform		% de	Dial	Deform		% de
Días	HH:MM	*0.001"	pulg	mm	Expans.	*0.001"	pulg	mm	Expans.	*0.001"	pulg	mm	Expans.
0	0 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
0.0625	1 hor 30 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
0.125	3 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
0.25	6 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
0.5	12 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
1	24 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
2	48 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
4	96 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%



ENSAYO DE PENETRACIÓN														
Muestra			MUESTRA 01				MUESTRA 02				MUESTRA 03			
Carga Unitaria Patrón (kg/cm2)	Dial *0.001"	Penetración mm	Dial	Fuerza kg	Esfuer. kg/cm2	CBR %	Dial	Fuerza kg	Esfuer. kg/cm2	CBR %	Dial	Fuerza kg	Esfuer. kg/cm2	CBR %
	0.00	0.000	0	0.00	0.00		0	0.00	0.00		0	0.00	0.00	
70.31	25	0.635	37	135.93	7.02		32	119.59	6.18		6	34.62	1.79	
	50	1.270	77	266.65	13.78		60	211.10	10.91		18	73.84	3.81	
	75	1.905	123	436.99	21.54		94	322.21	16.65		35	129.39	6.69	
	100	2.540	162	544.44	28.13	40.0%	127	430.06	22.22	31.60%	78	209.92	13.95	19.84%
105.46	125	3.175	203	678.43	35.05		152	511.76	26.44		97	332.02	17.35	
	150	3.810	243	809.16	41.81		184	636.34	31.84		117	397.38	20.53	
	200	5.080	339	1122.90	58.02	55.0%	258	858.18	44.34	42.04%	205	684.97	35.39	33.50%
	300	7.620	461	1521.60	78.62		373	1234.01	63.76		334	1066.55	57.12	
	400	10.160	589	1939.92	100.23		488	1609.84	83.18		422	1394.15	72.03	
	500	12.700	698	2296.14	118.63		563	1854.95	95.84		487	1606.57	83.01	



PRO&CON S.C.R.L.

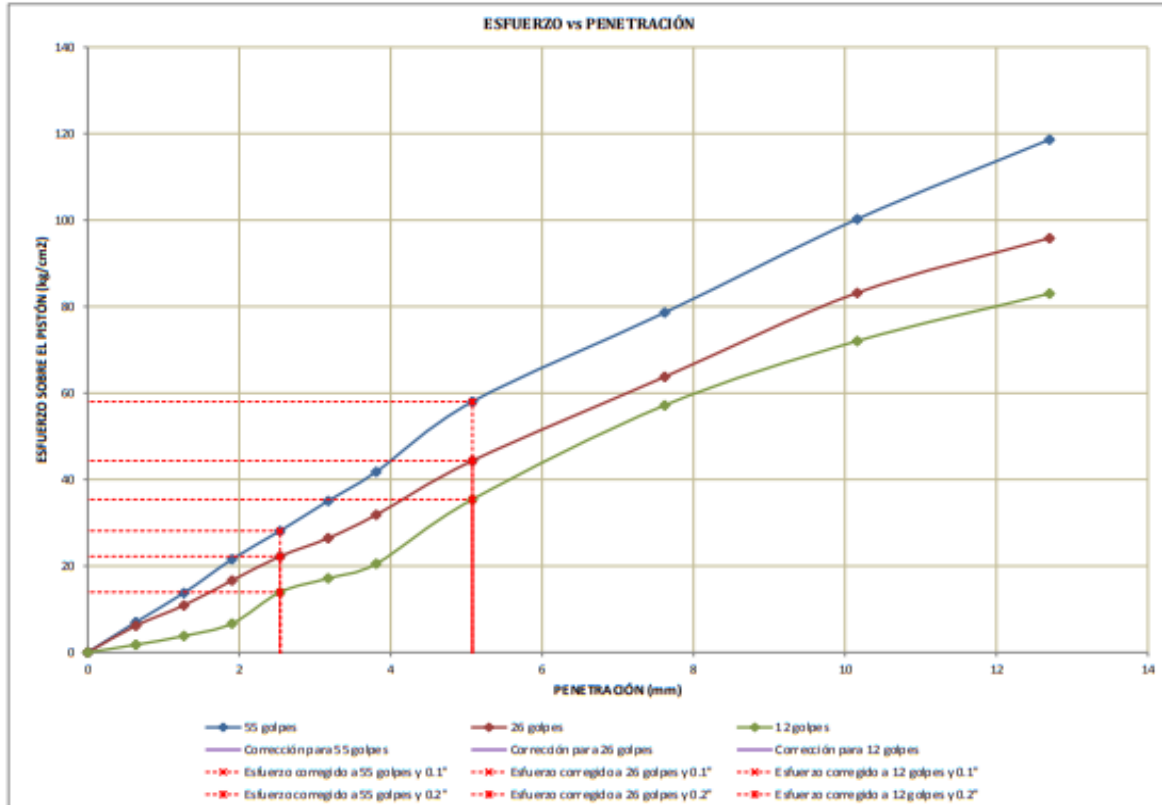
- LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES.

- Barrio Profesional C-1, Telf: 084-254730, Cel. Movistar: 984-621489, Claro: 984-727700

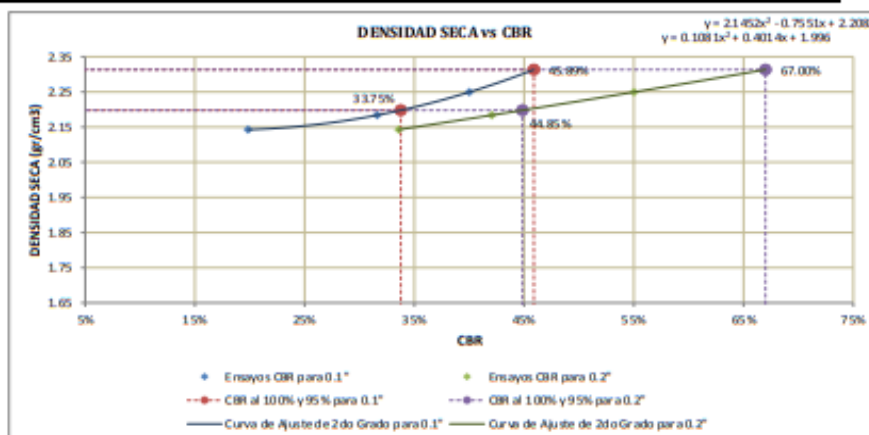
Proyecto: MUCILAGO DE GIGANTON Y ADITIVO POLICARBOKILATO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL MATERIAL DE BASE SENCCA, CUSCO-2021
Ubicación: CUSCO-CUSCO
Solicitante: JULIO CESAR BLANCO CCAMA//GILDA SANCHEZ SEGOVIA
Muestra: PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE
Fecha: jueves, 25 de marzo de 2021

RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

MTC E 132, Basado en la Norma ASTM D-1883 y AASHTO T-193



CORRECCIONES	MUESTRA 01			MUESTRA 02			MUESTRA 03		
Carga Unitaria Patrón	Penetr. Correg.	Esfuer. Correg.	CBR Correg.	Penetr. Correg.	Esfuer. Correg.	CBR Correg.	Penetr. Correg.	Esfuer. Correg.	CBR Correg.
kg/cm²	mm	kg/cm²	%	mm	kg/cm²	%	mm	kg/cm²	%
70.31	2.540	28.13	40.01%	2.540	22.22	31.60%	2.540	13.95	19.84%
105.46	5.080	58.02	55.01%	5.080	44.34	42.04%	5.080	35.39	33.56%



Número de Golpes	CBR		Densidad Seca
	0.1"	0.2"	
55	40.01%	55.01%	2.25 gr/cm³
26	31.60%	42.04%	2.18 gr/cm³
12	19.84%	33.56%	2.14 gr/cm³

Densidad Seca Máxima (gr/cm³)	2.31
95% de la DSM (gr/cm³)	2.20

	0.1"	0.2"
CBR al 100% de la DSM	45.89%	67.00%
CBR al 95% de la DSM	33.75%	44.85%



LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES.

Barrio Profesional C-1, Telf: 084-254731 Cel. Movistar: 984-621489, Claro: 984-727700

PRO&CON S.C.R.L.

Proyecto: MUCILAGO DE GIGANTON Y ADITIVO POLICARBOKILATO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL MATERIAL DE BASE SENCOSUS CO-2021
Ubicación: QUSCO-CUSCO
Solicitante: JULIO CESAR BLANCO CCAMA/GILDO SANCHEZ SEGOVIA
Muestra: PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE
Fecha: jueves, 25 de marzo de 2021

RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

MTC E 132, Basado en la Norma ASTM D-1883 y AASHTO T-193

DISEÑO: D-9 0.5% MUCILAGO DE GIGANTON 0.5% SUPERPLASTIFICANTE SR-1000

DATOS DEL PROCTOR MODIFICADO			DATOS DE LA ENERGÍA DE COMPACTACIÓN			DATOS DEL MOLDE		
Densidad Seca Máxima = 2.31 cm ³			Peso del Martillo = 4.54 Kg			Diámetro del Molde = 15.24 cm		
Contenido Humedad Óptimo = 5.79%			Altura de Caída del Martillo = 45.72 cm			Altura del Molde = 17.78 cm		
Contenido Humedad Natural = 34.82%			Número de Capas = 5			Altura del Disco Espaciador = 6.34 cm		
						Altura de la Muestra = 11.64 cm		
						Área = 182.41 cm ²		
						Volumen = 232.92 cm ³		

ENSAYO DE COMPACTACIÓN							
Muestra	MUESTRA 01		MUESTRA 02		MUESTRA 03		
Número de Golpes por Capa	55		26		12		
Condición de la Muestra	Cont. Hum. Óptimo	Saturada	Cont. Hum. Óptimo	Saturada	Cont. Hum. Óptimo	Saturada	
Ubicación del Contenido de Humedad	Medio	Arriba	Medio	Arriba	Medio	Arriba	
Peso de Capsula (gr)	15.57	18.67	14.00	15.58	13.99	16.20	
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	87.03	102.13	91.92	99.66	92.22	90.86	
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	83.15	97.96	87.82	89.27	87.93	85.98	
Peso del Agua (gr)	3.88	4.57	4.10	10.39	4.29	4.88	
Peso de la Muestra Seca (gr)	67.58	78.89	73.82	73.69	73.94	69.78	
Contenido de Humedad	5.74%	5.79%	5.55%	14.10%	5.80%	6.99%	
Porcentaje de Absorción	-	0.05%	-	8.55%	-	1.19%	
Peso del Molde (gr)	7134		7205		6856		
Peso del Molde + Muestra Húmeda (gr)	12321.5		12021		11397.5		
Peso de la Muestra Húmeda (gr)	4987.5		4816		4541.5		
Peso de la Muestra Seca (gr)	4716.70		4562.59		4292.45		
Peso del Agua Absorbida (gr)	-		21.5		-		
Porcentaje de Absorción	-		0.46%		-		
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.35		2.27		2.14		
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.22		2.15		2.02		

ENSAYO DE EXPANSIÓN													
Muestra		MUESTRA 01				MUESTRA 02				MUESTRA 03			
Tiempo Transcurrido		Dial	Deform		% de Expans.	Dial	Deform		% de Expans.	Dial	Deform		% de Expans.
Días	HH:MM	*0.001"	milg	mm		*0.001"	milg	mm		*0.001"	milg	mm	
0	0 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
0.0625	1 hor 30 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
0.125	3 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
0.25	6 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
0.5	12 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
1	24 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
2	48 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%
4	96 hor 00 min	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%	0	0	0.000	0.00%

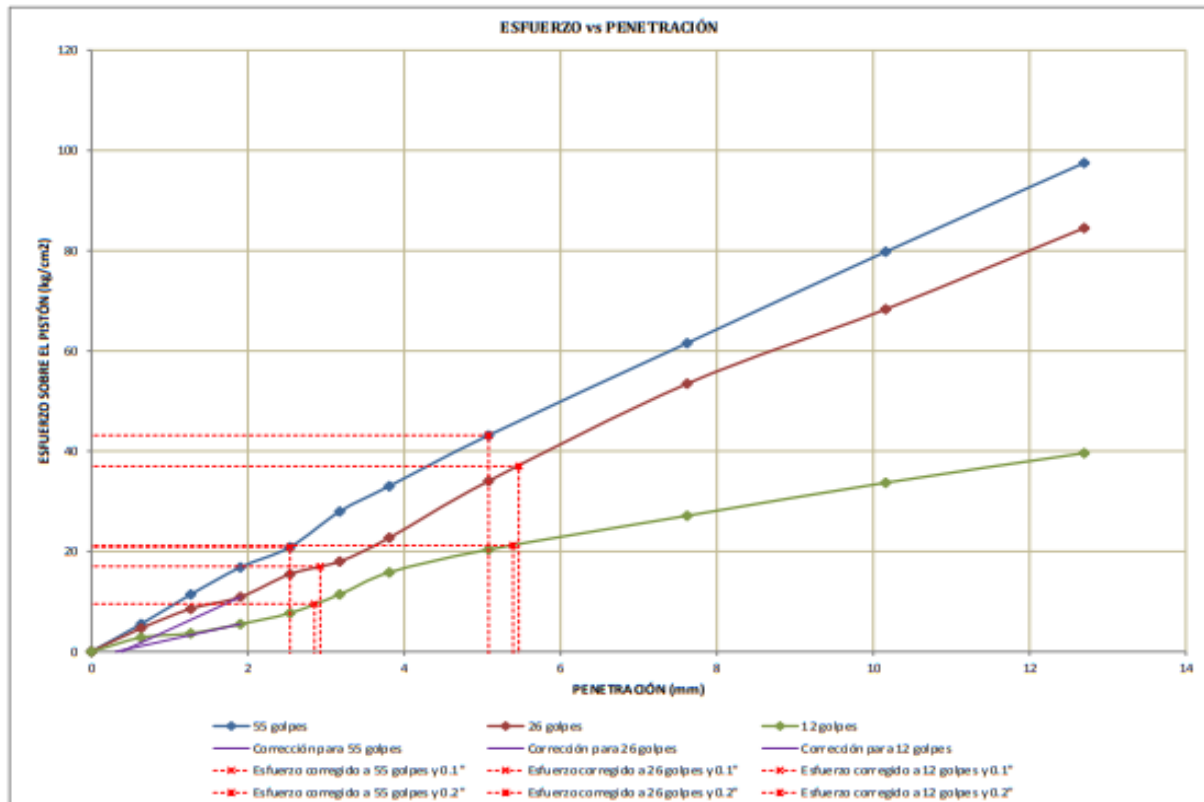


ENSAYO DE PENETRACIÓN														
Muestra			MUESTRA 01				MUESTRA 02				MUESTRA 03			
Carga Unitaria	Dial	Penetración	Dial	Fuerza	Esfuer.	CBR	Dial	Fuerza	Esfuer.	CBR	Dial	Fuerza	Esfuer.	CBR
Patón (kg/cm2)	*0.001"	mm		kg	kg/cm2	%		kg	kg/cm2	%		kg	kg/cm2	%
70.31	0	0.000	0	0.00	0.00		0	0.00	0.00		0	0.00	0.00	
	25	0.635	28	106.52	5.50		23	90.38	4.66		12	54.23	2.80	
	50	1.270	63	230.90	11.41		46	165.34	8.54		17	70.57	3.65	
	75	1.905	95	325.48	16.82		60	211.10	10.91		28	106.52	5.50	
	100	2.540	119	403.91	20.87	29.68%	87	299.33	15.47	22.00%	41	149.00	7.70	10.95%
	125	3.175	161	541.17	27.96		102	348.36	18.00		63	220.90	11.41	
105.46	150	3.810	191	639.22	33.03		130	439.86	22.73		89	305.87	15.80	
	200	5.080	251	835.30	43.36	40.92%	197	658.83	34.04	32.28%	116	394.11	20.36	19.31%
	300	7.620	360	1191.53	61.56		312	1034.66	53.46		156	524.83	27.12	
	400	10.160	468	1544.48	79.80		400	1322.25	68.32		195	652.29	33.70	
	500	12.700	573	1887.63	97.53		496	1615.99	84.53		230	766.67	39.61	

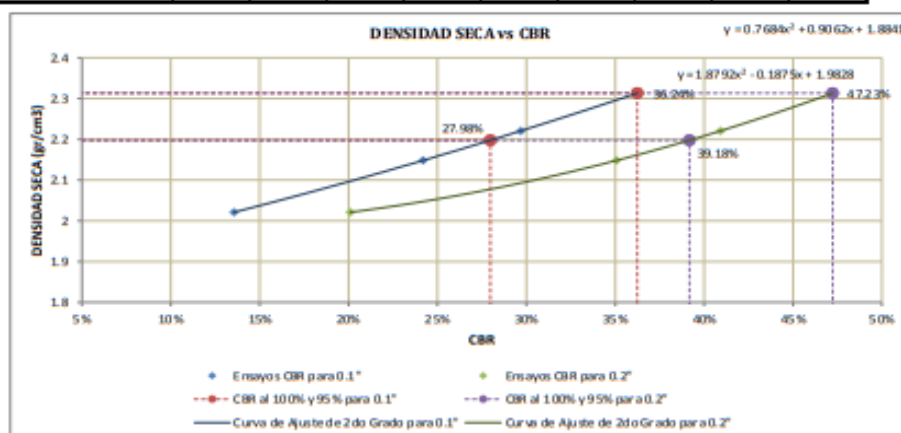


Proyecto: MUCLAGO DE GIGANTON Y ADITIVO POLICARBONATO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL MATERIAL DE BASE SENCOCUSCO-2021
Ubicación: CUSCO-CUSCO
Solicitante: JULIO CESAR BLANCO CCAMA/GILDA SANCHEZ SEGOVIA
Muestra: PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE
Fecha: Jueves, 25 de marzo de 2021

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)
MTC E 132, Basado en la Norma ASTM D-1883 y AASHTO T-193



CORRECCIONES	MUESTRA 01			MUESTRA 02			MUESTRA 03		
Carga Unitaria Patrón	Penetr. Correg.	Esfuer. Correg.	CBR Correg.	Penetr. Correg.	Esfuer. Correg.	CBR Correg.	Penetr. Correg.	Esfuer. Correg.	CBR Correg.
kg/cm ²	mm	kg/cm ²	%	mm	kg/cm ²	%	mm	kg/cm ²	%
70.31	2.540	20.87	29.68%	2.926	17.00	24.19%	2.853	9.53	13.55%
105.46	5.080	43.36	40.92%	5.466	36.99	35.07%	5.393	21.19	20.10%



Número de Golpes	CBR		Densidad Seca
	0.1"	0.2"	
55	29.68%	40.92%	2.22 gr/cm ³
26	24.19%	35.07%	2.15 gr/cm ³
12	13.55%	20.10%	2.02 gr/cm ³

Densidad Seca Mínima (gr/cm ³)	2.31
95% de la DSM (gr/cm ³)	2.20

	0.1"	0.2"
CBR al 100% de la DSM	36.24%	47.23%
CBR al 95% de la DSM	27.98%	39.18%

ANEXO 6: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL ADITIVO POLICARBOXILATO SR-1000



EL MEJOR AMIGO DEL CONCRETO

Lima: Av. Los Héroes N° 675 Urb. La Campaña - Chorrillos.
Telf.: (01) 2523058 Cel.: 998 128 514 / 998 330 130

Hoja Técnica - Edición 20 - Versión 03.20

Plastificantes / Superplastificantes / Reductores de agua

Z Fluidizante SR-1000

Descripción: Aditivo súperplastificante a base de policarboxilatos de última generación especialmente diseñado para la producción de concreto que requiere de un rápido desarrollo de resistencia inicial, alta reducción de agua y excelente trabajabilidad. Cumple con las normas ASTM C 494, Tipo A, F. No contiene cloruro, no es tóxico y no es inflamable.

Ventajas

- Extremadamente alta reducción de agua, generando una alta resistencia, densidad e impermeabilidad del concreto
- Incremento del desarrollo de resistencia inicial
- No necesita aumentar el contenido de agua y cemento por m³.
- Disminuye la formación de cangrejeras.
- Permite que el concreto obtenga la consistencia necesaria para que sea bombeable.
- Permite que el concreto se acomode mejor a la armadura de acero.
- Disminuye la energía de compactación para la eliminación de vacíos (menor vibrado para compactación).
- Dependiendo de la dosificación y diseño de mezclas se puede obtener mezclas fluidas (slump entre 6" a 9").
- Optimiza la cohesividad durante el mezclado del concreto.

Rentabilidad

- Al utilizarlo con la finalidad de reducir agua en el diseño de mezcla se puede ahorrar costos de cemento sin alterar la resistencia de diseño.
- Las propiedades plastificantes que aporta a la mezcla permiten disminución de costos en manipuleo, colocación.
- Evita cangrejeras y con ello gastos adicionales en reparación de concreto luego de desencofrado.
- Permite una menor compactación permitiendo ahorro en costos de vibrado.

La rentabilidad dependerá del buen uso del producto realizando los respectivos reajustes según su diseño y requerimientos del producto final.

Usos

Aditivo súperplastificante y reductor de agua en toda mezcla de concreto. De fácil colocación donde se desee reducir un 10% a 30% de agua (opcional), trae a su vez el aumento de resistencia y durabilidad.

Correo: cotizacion@zaditivos.com.pe | ventas@zaditivos.com.pe | Página web : www.zaditivos.com.pe

Av. San Luis 3051 - San Borja Tel. (01) 715 5745 - 998 288 456 | Av. Elmer Faucett 1631 - Callao Tel. (01) 715 5770 - 998 128 493

Chiclayo: Calle Los Tumbos 505 Urb. San Eduardo Tel. (074) 223 718 - 994 278 778 | Pucallpa: Jr. Coronel Portillo 744 Tel. (061) 573 591 - 998 128 495

Piura: Av. Bolognesi 311 Int.3 Tel. (073) 321 480 - 972 001 351 | Sullana: Av. José de Lama 344 Tel. (073) 509 408 - 923 055 398

Cuzco: Av. Tomasa Tito Condemayta 1032 - Wanchaq Tel. (084) 257 111 - 994 086 746

Arequipa: Calle Paucarpata 323A - Cercado Telf. (054) 203 388 - 994 044 894 | Trujillo: Av. América Sur 818 Urb. Palermo Tel. (044) 425 548 - 998 127 657



EL MEJOR AMIGO DEL CONCRETO

Lima: Av. Los faisanes N° 675 Urb. La Campaña - Chorrillos
Telf.: (01) 2523058 Cel.: 998 128 514/ 996 330 130

Hoja Técnica - Edición 20 - Versión 03.20

Aplicación

- Se recomienda diluirlo con la última parte del agua de la mezcla para optimizar su dispersión durante el mezclado.
- Agítese antes de usar.

Cuidados

- Utilizar buenos agregados y un diseño adecuado.
- De acuerdo a las condiciones climatológicas la dosificación del producto puede variar, así como también el slump.
- Para determinar el slump deseado, hacer pruebas en el campo.

Densidad

1.09 ± 0.02 Kg. / L

Rendimiento

De 0.2% a 1.5% sobre el peso del cemento.

Estas dosificaciones dependerán del tipo de diseño del concreto a emplear en cada proyecto específico como también de las condiciones climáticas.

Envases

- 1 Galón; 5 Galones, 55 Galones, 1000 litros.
 - Peso x galón: 4.126Kg = 3.785 L
- Tiempo de Almacenamiento: 1 año en su envase original, bajo sombra.

Seguridad

- Al momento de utilizar el producto, utilizar guantes de nitrilo, gafas protectoras y mascarilla bucal por precaución.
- Evite en contacto directo con los ojos, piel y vías respiratorias.
- En caso de contacto con los ojos, lavar inmediatamente con abundante agua durante 15 minutos manteniendo los párpados abiertos y consultar a su médico

Correo: cotizacion@aditivos.com.pe | ventas@aditivos.com.pe | Página web : www.aditivos.com.pe

Av. San Luis 3051 - San Borja Tel. (01) 715 5745 - 998 288 456 | Av. Elmer Faucett 1631 - Callao Tel. (01) 715 5770 - 998 128 493

Chiclayo: Calle Los Tumbos 505 Urb. San Eduardo Tel. (074) 223 718 - 994 278 778 | Pucallpa: Jr. Coronel Portillo 744 Tel. (061) 573 591 - 998 128 495

Piura: Av. Bolognesi 311 Int.3 Tel. (073) 321 480 - 972 001 351 | Sullana: Av. José de Lama 344 Tel. (073) 509 408 - 923 055 398

Cuzco: Av. Tomasa Tito Condemayta 1032 - Wanchaq Tel. (084) 257 111 - 994 086 746

Arequipa: Calle Paucarpata 323A - Cercado Telf. (054) 203 388 - 994 044 894 | Trujillo: Av. América Sur 818 Urb. Palermo Tel. (044) 425 548 - 998 127 657